

**Electrically configurable connection matrix between lines of at least one input/output port for electrical signals**

Patent Number: ☐ US5781124  
Publication date: 1998-07-14  
Inventor(s): CHOUTEAU PHILIPPE (FR)  
Applicant(s): TRANSPAC (FR)  
Requested Patent: ☐ EP0678948, B1  
Application Number: US19950424779 19950418  
Priority Number(s): FR19940004598 19940418  
IPC Classification: H04Q1/18  
EC Classification: H01L23/525F  
Equivalents: DE69502768D, DE69502768T, ☐ FR2718909

---

**Abstract**

---

An electrically configurable connection matrix provides connection of computing and/or telecommunication systems. The matrix comprises a dielectric support on which first and second networks of N electrical lines are formed. The electrical lines of the first network are connected to the pins of at least one input/output port. Each electrical line of rank k of the first network is connected by a permanent electrical connection to the electrical line of like rank k of the second network. Each electrical line of rank q NOTEQUAL k of the first network is electrically connected by a configurable electrical connection in the on or off state to the line of rank k of the second network. The switching on or off of a plurality of the configurable electrical connections provides an electrical link between two adjacent or non-adjacent electrical lines of the first network.

---

Data supplied from the esp@cenet database - I2

**BEST AVAILABLE COPY**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Übersetzung der  
europäischen Patentschrift

87 EP 0 678 948 B 1

10 DE 695 02 768 T 2

51 Int. Cl.<sup>6</sup>:  
H 02 B 1/20  
H 01 L 23/525

- 21 Deutsches Aktenzeichen: 695 02 768.9  
86 Europäisches Aktenzeichen: 95 400 856.1  
86 Europäischer Anmeldetag: 14. 4. 95  
87 Erstveröffentlichung durch das EPA: 25. 10. 95  
87 Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: 3. 6. 98  
47 Veröffentlichungstag im Patentblatt: 19. 11. 98

DE 695 02 768 T 2

30 Unionspriorität:

9404598 18. 04. 94 FR

73 Patentinhaber:

Transpac, Paris, FR

74 Vertreter:

H. Weickmann und Kollegen, 81679 München

84 Benannte Vertragstaaten:

AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LI, LU, MC,  
NL, PT, SE

72 Erfinder:

Chouteau, Philippe, F-35200 Rennes, FR

- 54 Elektrisch konfigurierbare Matrix für Verbindungen zwischen Leitungen mit mindestens einem Ein/Ausgangstor für elektrische Signale

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patentamt inhaltlich nicht geprüft.

DE 695 02 768 T 2

10.07.98 10. Juli 1998

695 02 768 . 9

- 1 -

Europäische Patentanmeldung  
Nr. 95 400 856.1  
Transpac

678 948

18149P DEU/HGAK

Die Erfindung betrifft eine elektrisch konfigurierbare Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung mit N Anschlußstiften.

Im technischen Gebiet der Datenübertragung erfolgt die Verbindung verschiedenartiger Geräte u.a. mittels Kabeln, welche die Übertragung der digitalen Signale gewährleisten.

Aufgrund der großen Mannigfaltigkeit dieser Geräte ist es, obwohl die Schnittstellenschaltungen zu deren Verbindung normiert sind, häufig notwendig, Signalschleifen und -knoten zu bilden, um die Verbindungen herzustellen.

Die besondere Eigenschaft jeder Verbindung zwischen zwei Geräten bringt demnach die Verwendung einer großen Anzahl von Kabeln mit sich, deren Handhabung schwierig ist.

Gegenwärtig werden verschiedene Arten elektrisch konfigurierbarer Verbindungsmatrizen insbesondere im Bereich integrierter Schaltungen verwendet. Darunter beschreibt das Dokument IEEE International Solid State Circuits Conference, Band 28, 15. Februar 1985, New York, Seiten 268 - 269, veröffentlicht von H. Stopper, "A wafer with electrically programmable interconnectors", eine solche, in Form einer integrierten Schaltung realisierte Vorrichtung. Diese Vorrichtung besitzt neben der Notwendigkeit von vier Metallisierungsebenen die folgenden schwerwiegenden Nachteile.

Weil die programmierbaren Verbindungen im anfangs offenen Zustand bereitgestellt werden, macht ihre Umwandlung in den leitenden Zustand die verschiedenen elektrischen Leitungen immer mehr abhängig von einer Programmierspannungsimpulssteuerung. Folglich ist es notwendig, spezielle Leitungen vorzusehen, und zwar so, daß nur eine einzige programmierbare Verbindung pro Speiseleitung umgeschaltet wird. Eine solche Vorrichtung ist demnach sehr komplex und erlaubt zudem eine Konfigurierung durch spezielle Adressierung.

Eine weitere Art einer programmierbaren Matrix ist in der Patentanmeldung EP 0 339 534 in Form einer integrierten Schaltungsanordnung beschrieben, die eine Vielzahl von Schmelzpunkten enthält, um durch spezielle Adressierung unterschiedliche Datenkonfigurationen herstellen zu können. Insbesondere umfaßt das Grundmuster dieser Anordnung elektrische Leitungspaare in einer Nord-Süd-Richtung, wobei die elektrischen Leitungen in Ost-West-Richtung durch ein zwischen diesen Leitungspaaren befindliches Schmelzelement konfiguriert werden können, wobei eine Ost-West-Leitung durch ein Schmelzelement mit den beiden Leitungen jedes Nord-Süd-Leitungspaares verbunden ist. Diese Anordnung, die sehr komplex ist, wird vor allem dazu benutzt, Netze aus sehr unterschiedlichen Halbleitervorrichtungen zu erhalten.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, die vorgenannten Nachteile durch Bereitstellung einer elektrisch konfigurierbaren Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung mit N Anschlußstiften zu beseitigen, insbesondere um ausgehend von einer Verbindungsart gegebener Struktur die Zahl der zur Realisierung einer gegebenen Konfiguration notwendigen Kabel zu beschränken, wobei diese Konfiguration dann nicht mehr durch die Wahl spezieller Verbindungskabel realisiert werden kann, sondern im Gegenteil im Bereich der jeweiligen Verbindungsmatrix.

Die erfindungsgemäße elektrisch konfigurierbare Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung mit N Anschlußstiften ist dadurch gekennzeichnet, daß sie einen dielektrischen Träger umfaßt, auf dem eine ein erstes Netz bildende Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen vorgesehen ist, wobei jede elektrische Leitung dieses Netzes mit einem Anschlußstift der Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden ist. Eine Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen, die ein von dem ersten Netz gesondertes zweites Netz bilden, ist vorgesehen, wobei jede elektrische Leitung des ersten Netzes vom Rang  $k$  mit  $k \in [0, N-1]$  durch eine permanente elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen elektrischen Leitung gleichen Rangs  $k$  elektrisch verbunden ist.

Jede dem ersten Netz zugehörige elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  ist durch eine in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbare elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen elektrischen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden.

Dies erlaubt es vermittels einer Ansteuerung mehrerer der einstellbaren elektrischen Verbindungen zum Halten des leitenden Zustands oder zum Übergang in den nicht leitenden Zustand, die elektrische Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten elektrischen Leitungen des ersten Netzes sicherzustellen.

Die elektrisch konfigurierbare Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung für elektrische Signale findet ihre Anwendung in der Datenverarbeitung und dem Telekommunikationswesen, um Anordnungen von Einrichtungen zur Verarbeitung und/oder Übertragung digitaler Daten zu realisieren.

Die Erfindung umfaßt außerdem ein Verfahren zur programmierten Konfigurierung der konfigurierbaren Verbindungsmatrix nach Anspruch 15

sowie eine Einrichtung zur programmierten Konfigurierung der konfigurierbaren Verbindungsmatrix nach Anspruch 17.

Eine detailliertere Beschreibung einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix erfolgt nachstehend unter Bezugnahme auf die Zeichnungen, in denen:

- Figur 1 eine Gesamtansicht einer erfindungsgemäßen elektrisch konfigurierbaren Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung für elektrische Signale darstellt,
- Figur 2a eine Gesamtansicht einer Ausführungsvariante der in Figur 1 dargestellten erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix darstellt,
- Figur 2b eine Gesamtansicht einer weiteren Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix darstellt, bei der eine Aufteilung der elektrischen Leitungen in Gruppen elektrischer Leitungen realisiert ist, wobei jede Gruppe elektrischer Leitungen mit einer gesonderten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden ist,
- Figur 3a eine spezielle Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix darstellt, die im Fall der Ausführungsform der Figur 1, 2a oder 2b verwendet werden kann,
- Figur 3b ein Detail der Ausbildung der Figur 3a bei einer speziellen Variante darstellt,
- Figur 3c eine Draufsicht auf eine spezielle Ausführungsform der Figur 3a darstellt, und zwar im Fall, daß die erfindungsgemäße Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist, wobei die Passivierungsschicht weggelassen ist, um eine obere Metallisierungsebene bloßzulegen,

- Figur 3d eine Schnittansicht gemäß einer Schnittebene AA der Figur 3c darstellt;
- Figur 3e eine weitere spezielle Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix darstellt, die ebenfalls im Fall der Ausführungsform der Figur 1, 2a oder 2b verwendet werden kann,
- Figur 4 ein Schaltbild darstellt, das eine Betriebsweise veranschaulicht, welche die programmierbare elektrische Konfigurierung einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix gestattet,
- Figur 5 beispielhaft ein Programmiergerät darstellt, das speziell dazu ausgelegt ist, die Konfigurierung einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix zu bewirken,
- Figuren 6a und 6b eine Ausführungsvariante der erfindungsgemäßen elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrix darstellen, bei der die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen optimiert ist,
- Figuren 6c und 6d eine Ausführungsvariante der Figuren 6a und 6b in dem spezielleren Fall darstellen, daß die konfigurierbare Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist,
- Figuren 7a, 7b und 7c ein Verfahren zur programmierten Konfigurierung einer elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrix durch Definition von Äquipotential-Mengen und -Untermengen in einem der Netze betreffen,
- Figur 8a ein Blockdiagramm darstellt, das eine Einrichtung veranschaulicht, die speziell für die Durchführung des Verfahrens zur programmierten Konfigurierung mittels der Methode der Äquipotential-Mengen und -Untermengen ausgelegt ist,



- Figur 8b eine vorteilhafte spezielle Ausführungsform einer Einrichtung darstellt, welche die Durchführung einer programmierten Konfigurierung entweder durch Adressierung oder mittels der Methode der Äquipotential-Mengen und -Untermengen gestattet und speziell dazu bestimmt ist, im Fall einer programmierbaren Verbindungsmatrix verwendet zu werden, die gemäß den Figuren 6c und 6d in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist.

Eine detailliertere Beschreibung einer erfindungsgemäßen elektrisch konfigurierbaren Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung erfolgt nun in Verbindung mit Figur 1.

In der angesprochenen Figur erkennt man, daß die erfindungsgemäße Verbindungsmatrix einen dielektrischen Träger S und auf diesem Träger eine Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen umfaßt, welche ein mit 1 bezeichnetes erstes Netz elektrischer Leitungen bilden.

Jede elektrische Leitung dieses ersten Netzes ist mit einem Anschlußstift einer mit P bezeichneten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden, wobei die jeweiligen Anschlußstifte mit  $b_0$  bis  $b_{N-1}$  bezeichnet sind.

Gemäß einem weiteren besonders vorteilhaften Aspekt der erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix umfaßt diese eine Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen, welche ein mit 2 bezeichnetes zweites Netz bilden, das gesondert von dem ersten Netz 1 ist. Jede dem ersten Netz zugehörige elektrische Leitung vom Rang k, wobei der Rang k zwischen  $[0, N-1]$  enthalten ist, ist durch eine permanente elektrische Verbindung, die durch einen Punkt dargestellt ist, elektrisch mit der dem zweiten Netz 2 zugehörigen elektrischen Leitung gleichen Rangs k verbunden.

Jede elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  des ersten Netzes 1 ist durch eine in den elektrisch leitenden oder nicht leitenden Zustand einstellbare elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz 2 zugehörigen elektrischen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden. In Figur 1 erkennt man, daß jede einstellbare elektrische Verbindung durch eine gezackte Linie dargestellt ist, welche eine Schmelzverbindung symbolisiert, wie sie später in der Beschreibung erläutert wird.

Man versteht, daß es die Struktur der erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix also erlaubt, die elektrische Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten elektrischen Leitungen des ersten Netzes 1 sicherzustellen, indem mehrere einstellbare elektrische Verbindungen so angesteuert werden, daß sie im leitenden Zustand bleiben oder in den nicht leitenden Zustand übergehen.

In allgemeiner Weise erkennt man, daß die elektrischen Leitungen des ersten bzw. des zweiten Netzes 1, 2 im wesentlichen parallel zueinander sind. Die elektrischen Leitungen des ersten Netzes sind in einer ersten Richtung orientiert und die elektrischen Leitungen des zweiten Netzes in einer zweiten Richtung orientiert, welche quer zur ersten Richtung verläuft. Vorzugsweise sind die angesprochenen Richtungen senkrecht zueinander, wobei jede Leitung des ersten und des zweiten Netzes 1, 2 durch ihren Rang gekennzeichnet ist, der mit  $k$ ,  $k+r$  bezeichnet ist und gerade oder ungerade ist, wobei  $k \in [0, N-1]$  und der Wert von  $r \neq 0 \in [1-N, N-1]$ .

---

Gemäß einem besonders vorteilhaften Aspekt der erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix erkennt man, daß die elektrische Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten Leitungen des ersten Netzes vom Rang  $k$  und  $k+r$  erhalten wird, wenn die logische Beziehung:

$$A_k \cdot A_{k+r} \text{ FALLS } T_{k,k} \text{ UND } T_{k+r,k} \text{ ODER } T_{k,k+r} \text{ UND } T_{k+r,k+r}$$

erfüllt ist.

In der angegebenen logischen Beziehung erkennt man, daß das Produkt  $A_k \cdot A_{k+r}$  den logischen Eins-Wert der Verbindung der Leitungen A des ersten Netzes 1 vom Rang k und k+r bezeichnet und der erste und der zweite Index den Rang der Leitungen des ersten bzw. des zweiten Netzes bezeichnen. Die Symbole FALLS, ODER, UND bezeichnen die entsprechenden logischen Operatoren der Bedingung, Disjunktion, Konjunktion.

$T_{k,k}$  und  $T_{k+r,k+r}$  bezeichnen den logischen Eins-Wert der permanenten elektrischen Verbindung mit der Adresse k,k bzw. k+r,k+r zwischen gleichrangigen elektrischen Leitungen des ersten und des zweiten Netzes.

$T_{k,k+r}$  und  $T_{k+r,k}$  bezeichnen den logischen Eins-Wert des leitenden Zustands der die entsprechenden Adressen k,k+r und k+r,k besitzenden einstellbaren elektrischen Verbindungen zwischen elektrischen Leitungen des ersten und des zweiten Netzes, wobei alle anderen einstellbaren elektrischen Verbindungen, die mit den miteinander verbundenen elektrischen Leitungen vom Rang k,k+r des ersten Netzes verbunden sind, den komplementären logischen Wert des nicht leitenden Zustands besitzen, und zwar für eine Verbindung allein der Leitungen vom Rang k,k+r des ersten Netzes.

Was die praktische Realisierung der erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix anbelangt, erkennt man, daß diese beispielsweise auf einer gedruckten

---

Schaltung geringer Abmessungen gebildet werden kann.

In allgemeiner Weise erkennt man, daß sämtliche Leitungen des ersten Netzes der Verbindungsmatrix mit einem Anschlußstift der Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung P verbunden sein können.

Die erfindungsgemäße Verbindungsmatrix kann dann vorteilhafterweise in einem Metallgehäuse eingeschlossen sein, wobei das Ganze gekapselt ist und gegenüber ausgesandten und/oder empfangenen elektromagnetischen Störungen dicht gemacht ist.

Bei einer ersten vorteilhaften Ausführungsform, wie sie in Figur 2a dargestellt ist, erkennt man, daß die elektrischen Leitungen von im wesentlichen geradlinigen Bandleitungen oder Mikrostreifenleitungen gebildet sind. Die elektrischen Leitungen des ersten Netzes 1 von geradem Rang  $k = 2j$  sind mit einem ihrer Enden mit einer ersten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden, die mit P1 bezeichnet ist, wobei die elektrischen Leitungen desselben ersten Netzes 1 von ungeradem Rang  $k = 2j + 1$  mit dem anderen ihrer Enden mit einer zweiten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden sind, die mit P2 bezeichnet ist. Die Verbindungsstifte der jeweiligen Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung P1 und P2 sind mit  $b_0$  bis  $b_{2j}$  bzw.  $b_1$  bis  $b_{2j+1}$  bezeichnet.

Bei einer zweiten Ausführungsform, wie sie in Figur 2b dargestellt ist, sind die Bandleitungen oder Mikrostreifenleitungen in Gruppen von elektrischen Leitungen unterteilt, die gemäß einer für jede Gruppe speziellen Konfiguration miteinander verbunden sind oder nicht. Die elektrischen Leitungen jeder Gruppe sind mit einer gesonderten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden, die in der angesprochenen Figur mit P<sub>1</sub> bis P<sub>3</sub> bezeichnet ist.

Man versteht also, daß die erfindungsgemäße Verbindungsmatrix es erlaubt, eine Aufteilung eines Bündels elektrischer Leitungen zu realisieren, um beispielsweise eine Verdopplung einer Busleitung zu realisieren.

In allgemeiner Weise erkennt man, daß die erwähnten Bandleitungen oder Mikrostreifenleitungen auf einem dielektrischen Träger vom Leiterplattentyp, vom Typ eines keramischen Substrats oder eines Siliciumsubstrats gebildet sind.

Wenn der dielektrische Träger ein Träger vom Leiterplattentyp ist, kann dieser vorteilhafterweise eine doppelseitige gedruckte Schaltung umfassen. Eine solche Schaltung ist in Figur 3a dargestellt.

Die horizontalen elektrischen Leitungen sind dabei von Leiterbahnen einer solchen Breite gebildet, daß diese einen Strom gleich  $I_{\max} > I_p > I_n$  bei kontinuierlichem Betrieb und bei Impulsbetrieb führen können, wobei  $I_n$  einen Nominalwert der Stromstärke bezeichnet und  $I_p$  den zur Durchführung der Programmierung notwendigen Strom bezeichnet. Die angesprochenen elektrischen Leitungen sind beispielsweise auf der Lötseite der gedruckten Schaltung gelegen.

Die vertikalen Leitungen sind von Leiterbahnen der gleichen Breite wie die horizontalen Leitungen gebildet, wobei sie beispielsweise auf der Bauteilseite der gedruckten Schaltung gelegen sind.

Die permanenten Verbindungen zwischen einer horizontalen Leiterbahn und einer vertikalen Leiterbahn ein und derselben Anschlußanordnung sind durch ein Durchgangsloch gebildet, das mit einer dauerhaften Metallisierung versehen ist.

Die einstellbaren Verbindungen, die mit LF bezeichnet sind, können dann von leitenden Bahnen gebildet sein, die mit If bezeichnet sind, wobei die Seitenwechsel beispielsweise mittels eines metallisierten Lochs Tr bewerkstelligt sind, wie gemäß einer vorteilhaften Ausführungsform in Figur 3b dargestellt, wobei die Gesamtheit die einstellbare Verbindung LF bildet.

Bei einer Ausführungsvariante, wie sie in Figur 3c und 3d dargestellt ist, kann die erfindungsgemäße Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung realisiert sein. Der dielektrische Träger ist durch ein Siliziumsubstrat ersetzt, das eine erste Metallisierungsebene - Verweis auf Metall 1 - und eine zweite Metallisierungsebene - Verweis auf Metall 2 - umfaßt,

wobei die Metallisierungsebenen jeweils das erste bzw. das zweite Netz von  $N$  elektrischen Leitungen bilden. Die permanenten elektrischen Verbindungen  $T_{k,k}$  können von einem metallisierten Durchgangsloch gebildet sein, das den elektrischen Kontakt zwischen der ersten und der zweiten Metallisierungsebene herstellt; die einstellbaren elektrischen Verbindungen  $T_{k,k+r}$  oder Schmelzverbindungen  $LF$  können in einer zur Ausführungsform der Figur 3b ähnlichen Weise von einem metallisierten Durchgangsloch  $Tr$  gebildet sein, das die Herstellung des elektrischen Kontakts beispielsweise zwischen der zweiten Metallisierungsebene und einem elektrisch leitenden Anschlußstück  $Pt$  ermöglicht, welches durch eine Schmelzverbindung  $lf$  mit den das zweite Netz bildenden elektrischen Leitungen verbunden ist. Das Anschlußstück  $Pt$ , die Schmelzverbindung  $lf$  und das metallisierte Durchgangsloch  $Tr$  bilden jeweils zusammen eine Schmelzverbindung  $LF$ .

Die Schritte, die die Realisierung der Verbindungsmatrix ermöglichen, wie sie in Figur 3c und 3d dargestellt ist, können dann ausgehend von einem  $N$ - oder  $P$ -dotierten Siliziumsubstrat in Operationen klassischer Art bestehen.

Wenn darüber hinaus der dielektrische Träger beispielsweise ein Siliziumsubstrat ist, so wie in Figur 3e dargestellt, können die horizontalen Leitungen beispielsweise eine mit Metall 1 bezeichnete Metallisierungsebene benutzen und die vertikalen Leitungen eine andere Metallisierungsebene, die mit Metall 2 bezeichnet ist. Die einstellbaren Verbindungen, d.h. die Schmelzverbindungen  $LF$ , können dann entweder von Metallisierungsunterebenen geringerer Dicke oder mittels Durchgangslöchern gebildet sein, die so dimensioniert sind, daß sie von Strömen zerstörbar sind, deren Stärke einen Wert  $I_{dest}$  besitzt, so daß  $I_{max} > I_{dest} > I_n$ , wobei  $I_n$  einen gegebenen Nominalwert des Stroms darstellt, oder sie können, wie in Figur 3e dargestellt, mittels zweier Dioden  $D1, D2$  gebildet sein, welche gegensinnig parallel geschaltet sind.

Die elektrischen Leitungen des ersten Netzes 1 und des zweiten Netzes 2 sind dann auf ein und derselben Seite des von dem Siliciumsubstrat gebildeten Trägers S gebildet. Sie sind durch eine Schicht eines elektrisch isolierenden Materials getrennt, wie beispielsweise Siliziumdioxid  $\text{SiO}_2$ . Das Ganze ist von einer Passivierungsschicht überdeckt, die in klassischer Weise beispielsweise von einer Schicht aus Siliziumnitrid gebildet ist.

Das Siliziumsubstrat kann dann in einem Kunststoff- oder Keramikgehäuse gekapselt sein.

Die Zahl der Leitungen jeder der Anschlußanordnungen ist an die betreffende Anwendung anzupassen.

Aufgrund der Tatsache, daß die erfindungsgemäßen elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrizen keine Speiseleitung benötigen, können sämtliche Leitungen zum Anschluß an die Anschlußstifte der Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen verwendet werden. Folglich ist es möglich, das Gehäuse mit 16 ( $8 \times 8$ ), 24 ( $12 \times 12$ ), 32 ( $16 \times 16$ ) oder 48 ( $24 \times 24$ ) Anschlußstiften zu verwenden.

Unter diesen Umständen ist es zur Realisierung von Datenübertragungskabeln gemäß der CCITT-Empfehlung V24 erforderlich, eine Verbindungsmatrix mit 48 Anschlußstiften zu verwenden, wogegen es zur Realisierung von Kabeln gemäß der CCITT-Empfehlung V11 genügt, eine Verbindungsmatrix mit 32 Anschlußstiften zu verwenden. Man erkennt, daß es möglich ist, wenig aufwendige Technologien anzuwenden, wenn die Breite der verwendeten Streifen- oder Mikrostreifenleitungen relativ groß ist.

Wenn die Verbindungsmatrix nach den zuvor dargestellten Entwürfen realisiert ist, sind sämtliche Kreuzungsstellen zwischen den elektrischen Leitungen des ersten Netzes 1 und des zweiten Netzes 2 miteinander verbunden.

Die Konfigurierung der jeweiligen Verbindungsmatrix besteht dann darin, durch Programmierung alle nicht benutzten Verbindungen zu öffnen, um bei der Herstellung eines gegebenen Verbindungsdiagramms nur die benutzten Wege beizubehalten.

Wie vorher in Form einer logischen Beziehung ausgedrückt, gibt es für jede Verbindung zwischen zwei Anschlußstiften unterschiedlicher Ordnung derselben Anschlußanordnung oder unterschiedlicher Anschlußanordnungen zwei Verbindungen, nämlich die eine zwischen der Vertikalen eines gegebenen Anschlußstifts und der Horizontalen des anderen Anschlußstifts und die andere zwischen der Vertikalen des anderen Anschlußstifts und der Horizontalen des ersteren.

Für die elektrischen Leitungen des ersten Netzes von geradem Rang 0 bis  $2j$ , die mit B1 bis Bn bezeichnet sind, bzw. von ungeradem Rang 1 bis  $2j+1$ , die mit A1 bis An bezeichnet sind, kann die Konfigurierung darin bestehen, jeden Anschlußstift mit einer Schaltung vom Typ Leistungsschaltung mit drei Zuständen zu verbinden, wobei diese Schaltung einen Strom mit der Stärke  $I_{prog}$  liefern/aufnehmen kann, der jedoch auf einen Wert kleiner als  $I_{max}$  beschränkt ist, um nicht die horizontalen Leitungen und die vertikalen Leitungen zu zerstören. Diese Schaltung kann beispielsweise, wie in Figur 4 dargestellt, einen Dateneingang besitzen, der es erlaubt, den Ausgang entweder auf einen Spannungswert  $+V$  oder auf die Massespannung zu setzen, sowie einen Freigabeeingang, der es erlaubt, den Ausgang aktiv zu machen, d.h. bei niedriger Impedanz oder bei hoher Impedanz wird kein Strom geliefert. Man versteht beispielsweise, daß es die Steuerung der Schalter  $I_1$  bis  $I_6$  der Dreizustands-Leistungsschaltung erlaubt, die einstellbare Verbindung LF entweder mit einem Strom  $i_1$  oder  $-i_1$  entgegengesetzter Richtung zu speisen, wobei  $|i_1| = IF$ , was es dann, wenn die Schmelzverbindung von zwei gegensinnig parallel geschalteten Dioden gebildet ist, erlaubt, nacheinander den Durchbruch der einen und der



anderen dieser Dioden herbeizuführen, um die Konfigurierung der Verbindungsmatrix zu gewährleisten.

Die erwähnten Steuer- und Dateneingänge werden beispielsweise durch einen Mikrosteuerbaustein über einen Registersatz gesteuert, wie nachstehend in der Beschreibung erläutert wird.

An jeder horizontale Leitung, d.h. an jeder elektrische Leitung des ersten Netzes, kann außerdem ein Eingang eines Leseregisters angeschlossen sein, welches die Steuerung des Programmierungszustands für Prüfoperationen erlaubt.

Die Programmierung im Hinblick auf eine Konfiguration besteht darin, ein Paar A1, A2 auszuwählen, das beispielsweise ein Äquipotential-Paar bildet und für das die elektrische Verbindung mittels der einstellbaren Verbindungen hergestellt werden soll.

Die durchgeführten Operationen können dann darin bestehen:

- sämtliche Leistungsschaltungen auf einen hohen Impedanzwert zu bringen,
- sämtliche Leistungsschaltungen auf den Wert der Massespannung zu bringen,
- sämtliche Leistungsschaltungen in den aktiven Zustand zu überführen,
- an die Dateneingänge des zu isolierenden Pairs Spannungsimpulse

---

mit dem Wert  $+V$  anzulegen,

den Zustand der Anschlußanordnungen während der Impulszustände zu lesen, um den Moment zu bestimmen, an dem man zu einer oder mehreren Gruppen nachfolgender Äquipotentialleitungen weitergehen kann.

Ein Prüfschritt besteht darin:

- sämtliche Ausgänge der Leistungsschaltungen auf hohe Impedanz zu bringen,
- nachfolgend einen Spannungspegel  $+V$  an eine aktivierte der Leistungsschaltungen anzulegen,
- den Zustand aller anderen Eingänge zu kontrollieren und diese mit dem gewünschten Wert zu vergleichen,
- zur nachfolgenden Leistungsschaltung weiterzugehen.

In Figur 5 ist ein Schema dargestellt, das ein spezielles Programmiergerät zeigt, welches es erlaubt, die Konfigurierung erfindungsgemäßer Verbindungsmatrizen in industriellem Maßstab vorzunehmen. Das Programmiergerät umfaßt einen Mikroprozessor  $\mu P$ , welcher durch eine BUS-Verbindung mit ausgangsseitig adressierbaren Registern  $R_1$  bis  $R_4$  und eingangsseitig adressierbaren Registern  $R_5$  und  $R_6$  verbunden ist. Die Register  $R_1$  bis  $R_4$  sind mit Tristate-Leistungsschaltungen  $CP_1$  bis  $CP_{2N}$ , wie in Figur 4c dargestellt, verbunden und werden wie zuvor erwähnt angesteuert, wobei der Ausgang einer Tristate-Leistungsschaltung  $CP_k$  mit einem Anschlußstift und somit mit einer Leitung des ersten Netzes 1 oder des zweiten Netzes 2 verbunden ist. Die Registersätze  $R_1$  bis  $R_4$  erlauben es, die Tristate-Leistungsschaltungen zur Konfigurierung einer oder mehrerer aufeinanderfolgender Verbindungsmatrizen anzusteuern, die Register  $R_5$  bis  $R_6$  erlauben es, den bewirkten Programmierungszustand zu kontrollieren. Das Programmiergerät kann darüber hinaus mit einer seriellen Verbindungsschnittstelle versehen sein, welche an die entsprechende Verbindungsschnittstelle eines Mikrocomputers angeschlossen sein kann oder in Form einer Steckkarte ausgebildet sein kann. Die Konfigurierung und die Überprüfung der Verbindungsmatrizen können so in der gleichen Weise wie bei einem standardmäßigen EPROM-Programmiergerät durchgeführt werden.

Die verschiedenen in der Beschreibung zuvor erläuterten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrix erlauben es, ausgehend von einer Eingangs-/Ausgangsanschluß-

anordnung alle anderen Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen, die jeder der Verbindungen zweier elektrisch einstellbarer Verbindungen zugeordnet sind, effektiv in Verbindung zu bringen.

Dabei ordnet die zuvor erläuterte Verbindungsmatrix jeder Leitung vom Rang  $q$  eine elektrisch einstellbare Verbindung mit einer Leitung vom Rang  $q+r$  zu, wobei  $r \neq 0$  und  $r$  zu  $[1-N, N-1]$  gehört.

Eine bevorzugte Ausführungsform einer elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrix, die es erlaubt, die gleichen logischen Kombinationen der Verbindung zwischen Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen wie bei der zuvor beschriebenen Verbindungsmatrix zu realisieren, die es jedoch erlaubt, die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen, die notwendig sind, um alle möglichen Verbindungsarten zu gewährleisten, auf eine Minimalzahl hin zu optimieren, wird nun in Verbindung mit den Figuren 6a, 6b und den nachfolgenden Figuren dargelegt.

In den angegebenen Figuren erkennt man, daß bei einem ersten und einem zweiten Netz mit jeweils  $N$  gesonderten elektrischen Leitungen die Zahl der elektrisch einstellbaren elektrischen Verbindungen optimiert werden kann und zu  $N_c = N(N-1)/2$  gemacht werden kann.

Diese Wahl erlaubt es natürlich, jede Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten elektrischen Leitungen des ersten Netzes herzustellen, so wie zuvor erläutert wurde.

---

Wie insbesondere in Figur 6a dargestellt, erkennt man, daß bei einer ersten Ausführungsvariante das erste und das zweite Netz gesonderter elektrischer Leitungen jeweils durch die Menge der permanenten elektrischen Verbindungen vom Rang  $k$  begrenzt sind, wobei das erste und das zweite Netz demnach auf ein und derselben Seite der von der Menge der permanenten

elektrischen Verbindungen gebildeten Grenzlinie verlaufen, die in Figur 6 durch die gepunktete Diagonale dargestellt ist.

In Figur 6a ist somit eine Dreiecksstruktur dargestellt, die auf ein und derselben Seite der Diagonale der permanenten elektrischen Verbindungen gebildet ist. Für eine in logischer Hinsicht äquivalente Struktur mit  $6 \times 6$  Leitungen des ersten und des zweiten Netzes genügt es dann, neben den durch Punkte symbolisierten permanenten elektrischen Verbindungen eine Mehrzahl von  $N_c = 15$  elektrisch einstellbaren Verbindungen vorzusehen, d.h. beispielsweise 15 Schmelzelemente.

Wie ferner in Figur 6b bei einer zweiten Ausführungsvariante dargestellt ist, können das erste und das zweite Netz gesonderter elektrischer Leitungen auch beidseits der von der Menge der permanenten elektrischen Verbindungen gebildeten Grenze verlaufen, d.h. der in Figur 6b von der Diagonalen der permanenten elektrischen Verbindungen gebildeten Grenze. Dabei ist, wie in der angesprochenen Figur dargestellt, eine dem ersten Netz zugehörige elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  durch eine in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand elektrisch einstellbare elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden, wenn die elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  des zweiten Netzes nicht durch eine in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand elektrisch einstellbare elektrische Verbindung mit der dem ersten Netz zugehörigen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden ist, und umgekehrt.

---

Bei der zweiten Ausführungsvariante, wie sie in Figur 6b dargestellt ist, erkennt man, daß die so realisierte Struktur bezüglich der Diagonale der permanenten elektrischen Verbindungen asymmetrischer Art ist, wobei der asymmetrische Charakter bezüglich dieser in Figur 6b gepunktet dargestellten Diagonale sich wegen der Tatsache zeigt, daß jedem Schnittpunkt einer elektrischen Leitung vom Rang  $q$  des ersten Netzes und einer elektrischen Leitung vom Rang  $q+r$  des zweiten Netzes, für welchen Schnittpunkt eine

elektrisch einstellbare Verbindung existiert oder nicht, ein symmetrischer Schnittpunkt der Leitungen vom Rang  $q+r$  des ersten Netzes und vom Rang  $q$  des zweiten Netzes entspricht, welcher Punkt symmetrisch bezüglich der Diagonale der permanenten Verbindungen liegt, für den jedoch im Gegenteil eine elektrisch einstellbare Verbindung nicht existiert oder eine solche existiert, und umgekehrt.

Diese Ausführungsform, wie sie in Figur 6b dargestellt ist, ist insofern besonders vorteilhaft, als sie es erlaubt, den Abstand bei der Anordnung der in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren elektrischen Verbindungen zu optimieren, d.h. die zwei aufeinanderfolgende Schmelzelemente trennende Distanz maximal zu machen, wobei diese Distanz bei einer Schrittweite  $p$  des Netzes den Wert der Diagonale des Quadrats mit den entsprechenden Abmessungen besitzt.

Man versteht, daß es die Ausführungsform, wie sie in Figur 6b dargestellt ist, erlaubt, die Erwärmung der Verbindungsmatrix bei der Konfigurierung derselben durch Programmieren lokal zu minimieren.

Eine solche Ausführungsform kann demnach für die Herstellung konfigurierbarer Verbindungsmatrizen in Form integrierter Schaltungen vorgesehen werden, um zu starke Erwärmungen zu vermeiden.

In allgemeiner Weise können bei allen zuvor in der Beschreibung erläuterten Ausführungsformen der erfindungsgemäßen konfigurierbaren Verbindungsmatrix die in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand elektrisch einstellbaren Verbindungen entweder von Schmelzelementen oder von leitenden Tinten oder auch von gegensinnig parallel geschalteten Dioden in positiver oder negativer Logik gebildet sein.

Der Begriff positive oder negative Logik entspricht der Sachlage, daß beispielsweise bei positiver Logik alle anderen Schnittpunkte der Leitungen

des ersten und des zweiten Netzes als diejenigen, die mit einer permanenten elektrischen Verbindung versehen sind, vor jeglicher Konfigurierung beispielsweise mit einer elektrischen Schmelzverbindung ausgeführt sind. Dagegen entspricht der Begriff negative Logik dem Fall, daß die angesprochenen Schnittpunkte vor jeglicher Konfigurierung frei von einer elektrischen Schmelzverbindung sind, wobei die Konfigurierung dann darin bestehen kann, an bestimmten Schnittpunkten eine elektrische Verbindung einzufügen.

Wenn als nicht beschränkendes Beispiel bei positiver Logik Schmelzelemente wie etwa Kupferdrähte verwendet werden, erkennt man, daß es notwendig ist, relativ starke Schmelzströme zuzuführen, insofern, als die Schmelztemperatur von Kupfer  $1083^{\circ}\text{C}$  beträgt.

Im Rahmen einer negativen Logik sind die erfindungsgemäßen konfigurierbaren Verbindungsmatrizen dagegen so zu verstehen, daß sämtliche programmierbaren Verbindungen beim Ätzen der gedruckten Schaltung offen sind.

Eine zusätzliche Operation besteht dann darin, in den Herstellungsprozeß einen Schritt des Einbaus eines Schmelzelements einzufügen, das von anderer Art als die elektrischen Leitungen ist.

Um bei der Fertigung gedruckter Schaltungen Zinn-Blei-Schmelzelemente bereitzustellen, kann ein Sparlack auf die horizontalen Leitungen und die vertikalen Leitungen aufgebracht werden, welche die Leitungen des ersten und des zweiten Netzes bilden. Ausgespart sind dann allein Bereiche, welche einheitlich von einem unterbrochenen Leiter gebildet sind.

Die so realisierte Verbindungsmatrix kann dann gemäß normaler Schweißtechniken mit kontrollierter Temperatur und Geschwindigkeit in ein Zinn-Blei-Wellenbad eingebracht werden.

Als Folge der angegebenen Vorgehensweise wird eine Schweißverbindung in Abhängigkeit von der Orientierung der ausgesparten Bereiche gebildet, wobei diese Verbindung zwischen den beiden Teilen der unterbrochenen Bahn hergestellt wird, die so ein Zinn-Blei-Schmelzelement bildet, dessen Schmelztemperatur  $300^{\circ}\text{C}$  nicht überschreitet.

Die Wellentemperatur sowie die Geschwindigkeit der Bewegung der Schaltung ermöglichen es dabei, die Dicke des abgelagerten Materials zu kontrollieren.

Andere Arten von Schmelzmaterialien können verwendet werden.

Insbesondere kann man ausgehend vom Prinzip einer negativen Logik mit Aussparung leitender Bereiche jedes Schmelzelements dann in den Fertigungsprozeß eine Ablagerung einer leitenden Tinte durch Siebdruck einfügen, welche ein Schmelzelement zwischen jedem einheitlichen Ende eines Schmelzbereichs bildet.

Diese so gebildete leitende Tintenspur, deren Art speziell angepaßt sein kann, nämlich Tinte aus Gold, aus Silber, aus Blei oder aus einer bestimmten Legierung, bildet folglich ein Schmelzelement, dessen Schmelzwiderstand über die Dicke der realisierten Ablagerung kontrolliert werden kann.

Die Programmierung einer derartigen Verbindungsmatrix kann dann beispielsweise so erfolgen, wie zuvor in der Beschreibung erläutert wurde.

---

Was die verschiedenen nutzbaren Verbindungen anbelangt, die es vermögen, die eine oder die andere der elektrisch einstellbaren Verbindungen erreichen zu können, so können sie bei Bedarf nach einer Technik hergestellt werden, die darin besteht, leitende Abdrücke auf Basis einer leitenden Tinte selektiv an den durch die Erfordernisse des Endprodukts festgelegten Verbindungen aufzubringen.

Die Aufbringung der leitenden Tinte kann dann mit einem Spritzsystem vom Tintenstrahl-Typ bewirkt werden, bei dem die Tinte durch eine Düse geringer Abmessung hindurch ausgestoßen wird. Die Führung des Tintenstroms kann entweder durch XY-Verlagerung oder durch Ablenkung in einem elektrischen Feld gemäß bekannter Techniken vorgenommen werden.

Eine dritte Ausführungsvariante einer erfindungsgemäßen Verbindungsmatrix wird nun bei Realisierung dieser konfigurierbaren Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung beschrieben. Diese Ausführungsmodi werden in Verbindung mit den Figuren 6c und 6d dargelegt.

Wie in den erwähnten Figuren dargestellt, erkennt man, daß in einem solchen Fall die elektrisch in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren elektrischen Verbindungen von einem ersten und einem zweiten Schmelzelement gebildet sind, die in den angesprochenen Figuren mit  $ef_{1i}$ ,  $ef_{2i}$  bezeichnet sind, wobei die Schmelzelemente zwischen einer elektrischen Leitung des ersten und des zweiten Netzes in Reihe miteinander verbunden sind.

Ferner ist ein Anschluß zum Anlegen eines Konfigurierungssignals zur Konfigurierung durch Programmieren vorgesehen, wobei dieser Anschluß mit dem Punkt in der Mitte der Verbindung des ersten mit dem zweiten Schmelzelement  $ef_{1i}$ ,  $ef_{2i}$  elektrisch verbunden ist.

Man versteht ohne weiteres, daß die Verbindung zwischen dem Anschluß zum Anlegen des Konfigurierungssignals und dem angesprochenen mittleren Punkt mit Hilfe vorstehend erläuteter Metallisierungstechniken realisiert werden kann. Der Anschluß  $B_i$  zum Anlegen des Konfigurierungssignals kann seinerseits durch eine Metallisierung realisiert sein, die ein spezielles Anschlußstück bildet.



Wie zudem in Figur 6d dargestellt, kann der Anschluß  $B_i$  vorteilhafterweise mit dem mittleren Punkt unter Zwischenschaltung einer Diode verbunden sein.

Bei der Konfigurierung der konfigurierbaren Verbindungsmatrix, wie sie in Figur 6c oder 6d dargestellt ist, kann die Vorgehensweise dann darin bestehen, beispielsweise die Menge der mit  $A_1, A_2, A_3, A_4$  bezeichneten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen mit einem gemeinsamen Potential zu verbinden, das beispielsweise mit einem der Anschlüsse eines Spannungsgenerators verbunden ist, und beispielsweise das Potential des anderen Anschlusses dieses Generators an den mittleren Punkt  $C_i$  über den Anschluß  $B_i$  anzulegen.

In einem solchen Fall verursacht der Schmelzstrom der Schmelzelemente die Zerstörung des einen - beispielsweise  $ef_{11}$  - und sodann des anderen -  $ef_{21}$  - und ausschließlich dieser Elemente.

Die angegebene Lösung kann insbesondere zur Programmierung von konfigurierbaren Verbindungsmatrizen herangezogen werden, die in Form integrierter Schaltungen realisiert sind.

Eine eingehendere Beschreibung eines Verfahrens zur programmierten Konfigurierung einer erfindungsgemäßen konfigurierbaren Verbindungsmatrix, wie sie vorstehend in der Beschreibung erläutert ist, erfolgt nun in Verbindung mit den Figuren 7a, 7b und 7c.

---

In allgemeiner Weise erkennt man, daß das angesprochene Verfahren zur programmierten Konfigurierung selbstverständlich bei einer elektrisch konfigurierbaren Verbindungsmatrix angewendet werden kann, bei der die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen nicht optimiert ist, aber auch wenn diese Zahl optimiert ist.

In allen diesen Fällen erkennt man, daß davon ausgegangen wird, daß die dem Verfahren zur programmierten Konfigurierung unterworfenen programmierbare Verbindungsmatrix von einer Matrix mit  $N \times N$  elektrischen Leitungen gebildet ist, welche das erste und das zweite Netz bilden.

Wie in schematischer Weise in Figur 7a dargestellt, besteht das Verfahren zur programmierten Konfigurierung darin, in einem Schritt a ein erstes elektrisches Programmierungspotential mit einem festgelegten Wert an eine  $Q$  elektrische Leitungen des ersten Netzes umfassende erste Anfangsmenge anzulegen. In Figur 7a erkennt man, daß die  $Q$  elektrischen Leitungen des ersten Netzes gleich zwei sind und die Bezugszeichen  $0, 2k$  tragen. Es sind dies gerade Leitungen für die Anschlüsse  $B_1, B_2$ . Das angelegte Potential soll gleich  $VP_1$  sein, wobei die Leitungen  $0$  und  $2k$  durch eine im Bereich der Anschlüsse  $B_1$  und  $B_2$  angeordnete elektrische Verbindung  $L_1$  miteinander verbunden sind.

Das Verfahren zur programmierten Konfigurierung besteht darüber hinaus darin, in einem Schritt b ein zweites elektrisches Programmierungspotential mit einem festgelegten Wert an eine  $P$  elektrische Leitungen desselben ersten Netzes umfassende zweite Anfangsmenge anzulegen. In Figur 7a umfaßt die zweite Anfangsmenge in nicht beschränkender Weise und lediglich beispielhaft  $P = 2$  elektrische Leitungen des ersten Netzes, welche die Bezugszeichen  $1, 2k + 1$  tragen; es sind dies ungerade Leitungen, wobei diese Leitungen mit den Anschlüssen  $A_1$  und  $A_2$  verbunden sind. Das zweite elektrische Programmierungspotential besitzt den Wert  $VP_2$  und wird an die  $P$  Leitungen, d.h. an die Leitungen  $1$  und  $2k + 1$ , über eine an den Anschlüssen  $A_1$  und  $A_2$  angeordnete elektrische Verbindung  $L_2$  angelegt.

Die gleichzeitige Anlegung des ersten und des zweiten elektrischen Programmierungspotentials an die erste bzw. die zweite Anfangsmenge ermöglicht es, jede einstellbare elektrische Verbindung der Adresse  $k$  im zweiten Netz, welche die elektrische Verbindung zwischen zwei elektri-

schen Leitungen der ersten Anfangsmenge sicherstellt, im anfänglichen leitenden Zustand zu halten und jede einstellbare elektrische Verbindung der Adresse  $k$  im zweiten Netz, welche die elektrische Verbindung zwischen einer elektrischen Leitung der ersten und der zweiten Anfangsuntermenge sicherstellt, in den nicht leitenden Zustand zu überführen.

Man versteht ohne weiteres, daß es genügt, wenn die Potentialdifferenz  $VP_2 - VP_1$  zur Erzeugung des zuvor in der Beschreibung erwähnten Schmelzstroms  $IF$  ausreicht, um die vorgenannten Vorgänge des Haltens im anfänglichen leitenden Zustand oder der Überführung in den nicht leitenden Zustand sicherzustellen.

Nach der Ausführung der genannten Schritte  $a$  und  $b$  erhält man, wie in Figur 7b dargestellt, die entsprechende Konfiguration, bei der diejenigen elektrisch einstellbaren Verbindungen, die in den nicht leitenden Zustand überführt wurden, allesamt einfach weggelassen wurden, wogegen diejenigen, die im anfänglichen leitenden Zustand gehalten wurden, alleine dargestellt sind.

Nach den angesprochenen Schritten  $a, b$  besteht das erfindungsgemäße Verfahren zur programmierten Konfigurierung einer konfigurierbaren Verbindungsmatrix schließlich darin, die Operationen  $a$  und  $b$  an aufeinanderfolgenden Untermengen der ersten und zweiten Anfangsmenge zu wiederholen, um eine endgültige Konfiguration zu erhalten.

---

Ansichts der zuvor in Verbindung mit Figur 7a und Figur 7b erläuterten Vorgehensweise bei dem Verfahren zur programmierten Konfigurierung erkennt man, daß die Tatsache der Verbindung der Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen der ersten Anfangsmenge und der zweiten Anfangsmenge und ferner nacheinander für jede entsprechende Untermenge der letzteren es zur Wirkung hat, den vom Generator erzeugten Schmelzstrom  $IF$  gleichzeitig in allen zwischen diesen beiden Mengen, nämlich der ersten

und der zweiten Anfangsmenge, liegenden Schmelzelementen oder elektrisch einstellbaren Verbindungen und ausschließlich in diesen elektrisch einstellbaren Verbindungen fließen zu lassen.

Wenn der Schmelzstrom  $I_F$  ausreichend ist, brechen die elektrisch einstellbaren Verbindungen nacheinander auf und ermöglichen die Isolierung der betrachteten Äquipotential-Untermenge.

Die Wiederholung des Programmierungsprozesses gemäß den Schritten a und b entsprechend dem vorstehend erläuterten Schritt c für die erste oder die zweite Anfangsmenge gemäß zweier entsprechender Untermengen ermöglicht es, die endgültige Konfiguration gemäß einer Mehrzahl von Mengen und entsprechenden Untermengen zu erhalten.

Man erkennt, daß die Erfassung des Programmierungsendes dann insofern in besonders vorteilhafter Weise erfolgen kann, als diese Erfassung automatisch erfolgen kann, indem der zwischen den beiden Untermengen fließende Strom gemessen wird. Wenn der Strom Null wird, sind die Mengen voneinander isoliert.

Eine eingehendere Beschreibung einer optimierten Variante des zuvor in der Beschreibung anhand der Figuren 7a und 7b erläuterten Verfahrens zur programmierten Konfigurierung erfolgt nun insbesondere anhand der Figur 7c.

Diese optimierte Variante kann selbstverständlich sowohl bei einer nicht optimierten als auch einer optimierten Zahl der einstellbaren elektrischen Verbindungen herangezogen werden. Im letzteren Fall ist die Zahl dieser einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_c = N(N-1)/2$ . Im angesprochenen Fall ist die Zahl der in der ersten Anfangsmenge enthaltenen einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_{c0} = Q(Q-1)/2$ ,

wobei  $Q$  natürlich die Zahl der die erste Anfangsmenge bildenden Leitungen des ersten Netzes bezeichnet.

In gleicher Weise ist die Zahl der in der zweiten Anfangsmenge enthaltenen einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_{CP} = P(P-1)/2$ , wobei  $P$  die Zahl der in der zweiten Anfangsmenge enthaltenen elektrisch einstellbaren Verbindungen bezeichnet.

Die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen, welche die erste Anfangsmenge mit der zweiten Anfangsmenge verbinden, ist durch die Beziehung gegeben:

$$N_{CP} = Q(N-Q), \text{ da } N = Q + P.$$

Man stellt demnach fest, daß die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen, die die Verbindung zwischen den elektrischen Leitungen der ersten und der zweiten Anfangsmenge sicherstellen, eine im Intervall  $Q \in [1, N/2]$  anwachsende und sodann im Intervall  $Q \in [N/2, N]$  abnehmende Funktion ist.

Unter diesen Umständen besteht das Verfahren zur programmierten Konfigurierung in seiner Ausführungsvariante in einem Schritt d darin, als erste Anfangsmenge diejenige Menge elektrischer Leitungen des ersten Netzes zu wählen, welche für eine betrachtete Anwendung die minimale Zahl an elektrischen Leitungen umfaßt, wobei das absolute Minimum dann gleich einer elektrischen Leitung ist, die die erste Anfangsmenge bildet.

Unter diesen Umständen besteht das angesprochene Verfahren dann darin, als zweite Anfangsmenge in einem Schritt e die zu der ersten Anfangsmenge komplementäre Menge aus der von der Gesamtheit der elektrischen Leitungen des ersten Netzes gebildeten Menge zu wählen.

Diese Vorgehensweise erlaubt es, die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen, die der Konfigurierungsoperation unterworfen werden, lokal auf eine minimale Zahl zu optimieren.

Wegen der Wiederholung einer solchen Vorgehensweise ist ohne weiteres zu verstehen, daß es möglich ist, die Zahl der elektrisch einstellbaren Verbindungen minimal zu machen, die der Konfigurierungsoperation unterzogen werden.

Wie in Figur 7c dargestellt, wird im Fall, daß die erste Anfangsmenge der Gesamtheit der elektrischen Leitungen des ersten Netzes eine einzelne Leitung umfaßt, diese Leitung auf das Potential  $VP_1$  gebracht, wogegen sämtliche Leitungen der zweiten Anfangsmenge des ersten Netzes durch die in Figur 7c dargestellte elektrische Verbindung  $L_2$  auf das Potential  $VP_2$  gebracht werden.

Bei einer Verbindungsmatrix mit einer optimierten Zahl an elektrisch einstellbaren Verbindungen, d.h. bei einer Matrix, die von einer Dreiecksmatrix gebildet ist, welche beispielsweise von dem linksseitig der Diagonalen der permanenten Verbindungen gelegenen Teil gebildet ist, beträgt die Zahl der aufzubrechenden elektrisch einstellbaren Verbindungen gleich  $N-1$ , d.h. 3 in dem nicht beschränkenden Fall der Figur 7c.

Das Verfahren kann dann an der zweiten Anfangsmenge weitergeführt werden, um eine bestimmte Konfiguration zu realisieren, usw.

Man versteht also, daß der Wert von  $N$  jedesmal den Wert der Zahl der in dem betrachteten Rest enthaltenen Anschlußanordnungen annimmt, wobei  $N$  im Fall der Figur 7c anfänglich gleich 4 ist und nach Durchführung der zuvor erläuterten Schritte d und e gleich 3 wird für die elektrischen Leitungen, welche die zweite Anfangsmenge bilden.

Man versteht ohne weiteres, daß das erfindungsgemäße Verfahren, obwohl es in bezug auf eine relativ kleine Zahl von Leitungen und demnach eine relativ kleine Zahl von Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnungen beschrieben wurde, von besonderem Vorteil ist, da es dank einer konfigurierbaren Matrix, die Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist, mit Eingangs-/Ausgangssystemen mit bis zu 50 Anschlußanordnungen oder mehr eine Optimierung der für die Programmierung durchzuführenden Operationen erlaubt.

Eine eingehendere Beschreibung einer Einrichtung, welche die programmierte Konfigurierung einer Verbindungsmatrix beispielsweise nach dem vorstehend erläuterten Programmierungsverfahren erlaubt, erfolgt nun in Verbindung mit den Figuren 8a und 8b.

In allgemeiner Weise erkennt man im Zusammenhang mit Figur 8a, daß die erfindungsgemäße Einrichtung mindestens eine Generatorschaltung 10 zur Erzeugung von mindestens zwei unterschiedlichen Programmierungsspannungen umfaßt, wobei diese Schaltung 10 beispielsweise aus einer stabilisierten Energieversorgung bestehen kann, welche die beiden angesprochenen Programmierungspotentiale  $VP_1$  und  $VP_2$  zu liefern vermag. Dieser Generator ist durch eine Batterie, beispielsweise einen Akkumulator, symbolisiert und ist bevorzugt von einer stabilisierten Versorgung gebildet.

Desweiteren umfaßt die Einrichtung, wie sie in Figur 8a dargestellt ist, eine mit 20 bezeichnete Verbindungsschaltung zum selektiven Miteinanderverbinden der elektrischen Leitungen des ersten Netzes der Verbindungsmatrix gemäß einer ersten und einer zweiten Anfangsmenge. Die Schaltung 20 kann hierzu eine Reihe von mit  $S_1$ ,  $S_2$  bis  $S_N$  bezeichneten Zweistellungsschaltern umfassen, deren Schaltanschlüsse mit einem ersten bzw. einem zweiten Eingang verbunden sind, die mit 201, 202 bezeichnet sind, und deren geschalteter Anschluß mit einem Ausgangsanschluß verbunden ist, welcher zur Entgegennahme eines entsprechenden Anschlusses der erfin-

dungsgemäßen konfigurierbaren Verbindungsmatrix bestimmt ist. Die Anschlüsse sind mit  $b_1$  bis  $b_N$  bezeichnet.

Ferner ist eine Schaltung 30 zum Anlegen der Programmierungspotentiale  $VP_1$  und  $VP_2$  vorgesehen, wobei diese Schaltung 30 beispielsweise aus zwei gesteuerten Unterbrechern  $I_1$  und  $I_2$  bestehen kann, welche einerseits mit den Ausgangsanschlüssen für die von der Generatorschaltung 10 gelieferten Potentiale  $VP_1$  und  $VP_2$  und andererseits mit den Eingangsanschlüssen 201, 202 der Selektivverbindungsschaltung 20 verbunden sind.

Selbstverständlich werden die gesteuerten Unterbrecher  $I_1$ ,  $I_2$  und auch die Schalter  $S_1$ ,  $S_2$  über eine Steuerschaltung 40 angesteuert, welche eine Mikroprozessorschaltung sein kann, die es nicht nur erlaubt, die Inbetriebnahme der die Generatorschaltung 10 bildenden stabilisierten Versorgung zu steuern, sondern auch die gesteuerten Unterbrecher  $I_1$  und  $I_2$  sowie die Schalter  $S_1$  bis  $S_N$ .

Die Steuerschaltung 40 kann selbstverständlich mit einem Programm ausgeführt sein, das es erlaubt, die Ausführung der Prozedur gemäß dem zuvor in der Beschreibung erläuterten Verfahren vorzunehmen, d.h. die betrachtete Verbindungsmatrix durch Einstellung der Schalter  $S_1$  bis  $S_N$  in erste und zweite Anfangsmengen zu unterteilen, sodann über die gesteuerten Unterbrecher  $I_1$  und  $I_2$  die Konfigurierungspotentiale  $VP_1$  und  $VP_2$  anzulegen und nach anschließender Modifizierung der Konfiguration der Schalter  $S_1$  bis  $S_N$  den Programmierungsprozeß für die folgenden Untermengen zu wiederholen.

Wenn die erfindungsgemäße konfigurierbare Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist, kann es dann vorteilhaft sein, die Selektivverbindungsschaltung 20 und die Schaltung 30 zum Anlegen der Programmierungsspannungen zur Vereinfachung der Ausführung in einem einzelnen, in Figur 8b mit 20-30 bezeichneten Element zu realisieren, sofern



die elektrisch in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren Verbindungen von zwei Schmelzelementen in Reihe gebildet sind, welche an ihrem mittleren Punkt mit einem Anschluß verbunden sind. Man erkennt, daß in einem solchen Fall die beiden Schaltungen vorteilhafterweise von einem Schieberegister mit  $N(N-1)/2$  programmierbaren Ausgängen gebildet sein können. Dieses Schieberegister kann dann unmittelbar an der Verbindungsmatrix seitlich derselben angeordnet werden.

Die Ausgänge können in diesem Fall dann jeweils mit dem zuvor in Figur 6c dargestellten Anschluß  $B_i$  zum Anlegen des Programmierungspotentials verbunden sein.

Es versteht sich von selbst, daß die Verbindung zwischen der Schaltung 20-30, d.h. den Ausgängen des betrachteten Schieberegisters, und den Anschlüssen  $B_i$  mittels spezieller leitender Leitungen realisiert sein kann. Die Gesamtheit der Leitungen des ersten Netzes ist während der Programmierung mit einem der Potentiale  $VP_1$  oder  $VP_2$  verbunden.

In einem solchen Fall wird jeder Ausgang des Schieberegisters dann in Abhängigkeit von der Adresse des jeweiligen Anschlußstücks  $B_i$  so programmiert, daß er die eine oder die andere der Programmierungsspannungen liefert und folglich eine Konfigurierung durch Programmierung realisiert wird, nämlich, wie zuvor in der Beschreibung erläutert, durch Unterteilung in eine erste und eine zweite Anfangsmenge und sukzessive Wiederholung an den entsprechenden Untermengen oder auch in dem speziellen Fall integrierter Schaltungen durch eine sukzessive Adreßprogrammierung, wie in Verbindung mit Figur 6c und Figur 6d beschrieben.

Man versteht ohne weiteres, daß die Lösung, die darin besteht, ein Schieberegister zu benutzen, insofern besonders vorteilhaft ist, als dieses nur während der Programmierungsphase versorgt wird.

10.07.98

- 1 -

Europäische Patentanmeldung  
Nr. 95 400 856.1  
Transpac

18149P DEU/HGAKjd

### Ansprüche

1. Elektrisch konfigurierbare Matrix zur Verbindungsherstellung zwischen Leitungen mindestens einer Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung mit N Anschlußstiften, dadurch gekennzeichnet, daß sie umfaßt:
  - einen dielektrischen Träger und auf diesem Träger
  - eine ein erstes Netz bildende Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen, wobei jede elektrische Leitung dieses ersten Netzes mit einem Anschlußstift der Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden ist, und
  - eine ein von dem ersten Netz gesondertes zweites Netz bildende Mehrzahl von N gesonderten elektrischen Leitungen, wobei jede elektrische Leitung des ersten Netzes vom Rang  $k$ ,  $k \in [0, N-1]$ , durch eine permanente elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen elektrischen Leitung gleichen Rangs  $k$  elektrisch verbunden ist und jede dem ersten Netz zugehörige elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  durch eine in den leitenden Zustand oder den nicht leitenden Zustand einstellbare elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen elektrischen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden ist, was es vermittels einer Ansteuerung mehrerer der einstellbaren elektrischen Verbindungen zum Halten des leitenden Zustands oder zum Übergang in den nicht leitenden Zustand erlaubt, die elektrische Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten elektrischen Leitungen des ersten Netzes sicherzustellen.

2. Verbindungsmatrix nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen des ersten bzw. des zweiten Netzes im wesentlichen parallel zueinander sind, wobei die elektrischen Leitungen des ersten Netzes in einer ersten Richtung orientiert sind und die elektrischen Leitungen des zweiten Netzes in einer zu der ersten Richtung quer verlaufenden zweiten Richtung orientiert sind, wobei jede Leitung des ersten und des zweiten Netzes durch ihren geraden oder ungeraden Rang  $k$ ,  $k+r$  mit  $k \in [0, N-1]$  und  $r \neq 0 \in [1-N, N-1]$  gekennzeichnet ist, wobei die elektrische Verbindung zwischen zwei benachbarten oder nicht benachbarten Leitungen des ersten Netzes vom Rang  $k$  und  $k+r$  für die logische Beziehung erhalten wird:

$$A_k \cdot A_{k+r}$$

für  $T_{k,k}$  UND  $T_{k+r,k}$  ODER

$$T_{k,k+r} \text{ UND } T_{k+r,k+r}$$

wobei in dieser logischen Beziehung:

$$A_k \cdot A_{k+r}$$

den logischen Eins-Wert der Verbindung der Leitungen  $A$  des ersten Netzes vom Rang  $k$  und  $k+r$  bezeichnet und bei Bezeichnung des Rangs der Leitungen des ersten und des zweiten Netzes durch den ersten bzw. den zweiten Index:

$$T_{k,k} \text{ und } T_{k+r,k+r}$$

den logischen Eins-Wert der die Adresse  $k,k$  bzw.  $k+r,k+r$  besitzenden permanenten elektrischen Verbindung zwischen der gleichrangigen elektrischen Leitung des ersten und des zweiten Netzes bezeichnen und

$$T_{k,k+r} \text{ und } T_{k+r,k}$$

den logischen Eins-Wert des leitenden Zustands der die entsprechenden Adressen  $k,k+r$  und  $k+r,k$  besitzenden einstellbaren elektrischen Verbindungen zwischen elektrischen Leitungen des ersten und des zweiten Netzes bezeichnen, wobei alle anderen einstellbaren elektrischen Verbindungen, die mit den

miteinander verbundenen elektrischen Leitungen vom Rang  $k, k+r$  des ersten Netzes verbunden sind, den komplementären logischen Wert des nicht leitenden Zustands besitzen, und zwar für eine Verbindung allein der Leitungen des ersten Netzes vom Rang  $k, k+r$ .

3. Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen von im wesentlichen geradlinigen Band- oder Mikrostreifenleitungen gebildet sind, wobei die elektrischen Leitungen des ersten Netzes von geradem Rang  $k = 2j$  mit einem ihrer Enden mit einer ersten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden sind und die elektrischen Leitungen des ersten Netzes von ungeradem Rang  $k = 2j + 1$  mit dem anderen ihrer Enden mit einer zweiten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden sind.
4. Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen von im wesentlichen geradlinigen Band- oder Mikrostreifenleitungen gebildet sind, wobei die elektrischen Leitungen in Gruppen von miteinander verbundenen oder nicht verbundenen Leitungen unterteilt sind, wobei die Leitungen jeder Gruppe mit einer gesonderten Eingangs-/Ausgangsanschlußanordnung verbunden sind.
5. Verbindungsmatrix nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Band- oder Mikrostreifenleitungen auf einem dielektrischen Träger vom Leiterplattentyp, vom Typ eines keramischen Substrats oder eines Substrats aus Silizium gebildet sind.
6. Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen des ersten

Netzes auf einer ersten Seite des Trägers ausgebildet sind und die elektrischen Leitungen des zweiten Netzes auf einer zweiten Seite des Trägers ausgebildet sind, wobei die permanenten elektrischen Verbindungen von mit einer Metallisierung versehenen Durchgangslöchern gebildet sind und die einstellbaren elektrischen Verbindungen von elektrischen Schmelzverbindungen gebildet sind, bei denen die Einsteuerung in den nicht leitenden Zustand durch Zufuhr eines Stroms mit einer Stärke erfolgt, die größer als ein festgelegter Schwellenwert ist.

7. Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Leitungen des ersten und des zweiten Netzes auf ein und derselben Seite des Trägers ausgebildet sind, wobei die elektrischen Leitungen des ersten und des zweiten Netzes durch eine Schicht eines elektrisch isolierenden Materials getrennt sind, wobei die permanenten elektrischen Verbindungen von mit einer Metallisierung versehenen Durchgangslöchern gebildet sind und die einstellbaren elektrischen Verbindungen von elektrischen Schmelzverbindungen gebildet sind, bei denen die Einsteuerung in den nicht leitenden Zustand durch Zufuhr eines Stroms mit einer Stärke erfolgt, die größer als ein festgelegter Schwellenwert ist.

8. Verbindungsmatrix nach einem der Ansprüche 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, daß die elektrischen Schmelzverbindungen von einem elektrischen Schmelzelement oder von zwei gegensinnig parallel geschalteten Dioden gebildet sind.

- 
9. Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei einem ersten und einem zweiten Netz mit jeweils N gesonderten elektrischen Leitungen die Zahl der einstellbaren elektrischen Verbindungen optimiert und gleich  $N_c = N(N-1)/2$  ist, was die Herstellung jeder Verbindung zwischen

zwei benachbarten oder nicht benachbarten elektrischen Leitungen des ersten Netzes erlaubt.

10. Verbindungsmatrix nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Netz von gesonderten elektrischen Leitungen jeweils durch die Menge der permanenten elektrischen Verbindungen vom Rang  $k$  begrenzt sind, wobei das erste und das zweite Netz auf ein und derselben Seite der von der Menge der permanenten elektrischen Verbindungen gebildeten Grenzlinie verlaufen.
11. Verbindungsmatrix nach Anspruch 9,  
dadurch gekennzeichnet, daß das erste und das zweite Netz von gesonderten elektrischen Leitungen beidseits der von der Menge der permanenten elektrischen Verbindungen gebildeten Grenze verlaufen, wobei eine dem ersten Netz zugehörige elektrische Leitung vom Rang  $q \neq k$  durch eine in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbare elektrische Verbindung mit der dem zweiten Netz zugehörigen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden ist, wenn die elektrische Leitung des zweiten Netzes vom Rang  $q \neq k$  nicht durch eine in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbare elektrische Verbindung mit der dem ersten Netz zugehörigen Leitung vom Rang  $k$  elektrisch verbunden ist, und umgekehrt, was die Abstandsoptimierung bei der Anordnung der in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren elektrischen Verbindungen im Hinblick auf eine lokale Minimierung der Erwärmung der Verbindungsmatrix bei der Konfigurierung der Verbindungsmatrix durch Programmieren erlaubt.
12. Verbindungsmatrix nach einem der Ansprüche 5 bis 11,  
dadurch gekennzeichnet, daß die in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren elektrischen Verbindungen der von

den Schmelzelementen, den leitenden Tinten und den gegensinnig parallel geschalteten Dioden mit positiver oder negativer Logik gebildeten Gruppe angehören.

13. Verbindungsmatrix nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsmatrix in Form einer integrierten Schaltung realisiert ist, wobei die in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand einstellbaren elektrischen Verbindungen gebildet sind von:

- einem ersten und einem zweiten Schmelzelement, die zwischen einer elektrischen Leitung des ersten und des zweiten Netzes in Reihe miteinander verbunden sind, und einem Anschluß zum Anlegen eines Konfigurierungssignals zur Konfigurierung durch Programmieren, wobei der Anschluß mit dem Punkt in der Mitte der Verbindung des ersten mit dem zweiten Schmelzelement verbunden ist.

14. Verbindungsmatrix nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Anschluß unter Zwischenschaltung einer Diode mit dem mittleren Punkt verbunden ist.

15. Verfahren zur programmierten Konfigurierung einer konfigurierbaren Verbindungsmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß es bei einer Matrix mit  $N \times N$  elektrischen Leitungen, die das erste und das zweite Netz bilden, umfaßt:

- a) Anlegen eines ersten elektrischen Programmierungspotentials mit einem festgelegten Wert an eine Q elektrische Leitungen des ersten Netzes umfassende erste Anfangsmenge,
- b) Anlegen eines zweiten elektrischen Programmierungspotentials mit einem festgelegten Wert an eine P elektrische Leitungen des ersten Netzes umfassende zweite Anfangsmenge, was es erlaubt, jede die elektrische Verbindung zwischen zwei elek-

trischen Leitungen der ersten Anfangsmenge sicherstellende, einstellbare elektrische Verbindung der Adresse  $k$  im zweiten Netz im anfänglichen leitenden Zustand zu halten und jede die elektrische Verbindung zwischen einer elektrischen Leitung der ersten und der zweiten Anfangsmenge sicherstellende, einstellbare elektrische Verbindung der Adresse  $k$  im zweiten Netz in den nicht leitenden Zustand zu versetzen, und

- c) Wiederholen der Operationen a) und b) an aufeinanderfolgenden Untermengen der ersten und zweiten Anfangsmenge, um eine endgültige Konfiguration zu erhalten.

#### 16. Verfahren nach Anspruch 15,

dadurch gekennzeichnet, daß bei einer optimierten Anzahl einstellbarer elektrischer Verbindungen von  $N_c = N(N-1)/2$  die Zahl der in der ersten Anfangsmenge enthaltenen einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_{c0} = Q(Q-1)/2$  ist, die Zahl der in der zweiten Anfangsmenge enthaltenen einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_{cP} = P(P-1)/2$  ist und die Zahl der die Verbindung zwischen den elektrischen Leitungen der ersten und der zweiten Anfangsmenge sicherstellenden, einstellbaren elektrischen Verbindungen gleich  $N_{cOP} = Q(N-Q)$  ist und daß das Verfahren umfaßt:

- d) Wählen der die minimale Anzahl elektrischer Leitungen umfassenden Menge elektrischer Leitungen des ersten Netzes als erste Anfangsmenge und
- e) Wählen der zu der ersten Anfangsmenge komplementären Menge aus der von der Gesamtheit der elektrischen Leitungen des ersten Netzes gebildeten Menge als zweite Anfangsmenge, was es erlaubt, die Zahl der der Konfigurierungsoperation unterzogenen einstellbaren elektrischen Verbindungen zu optimieren.

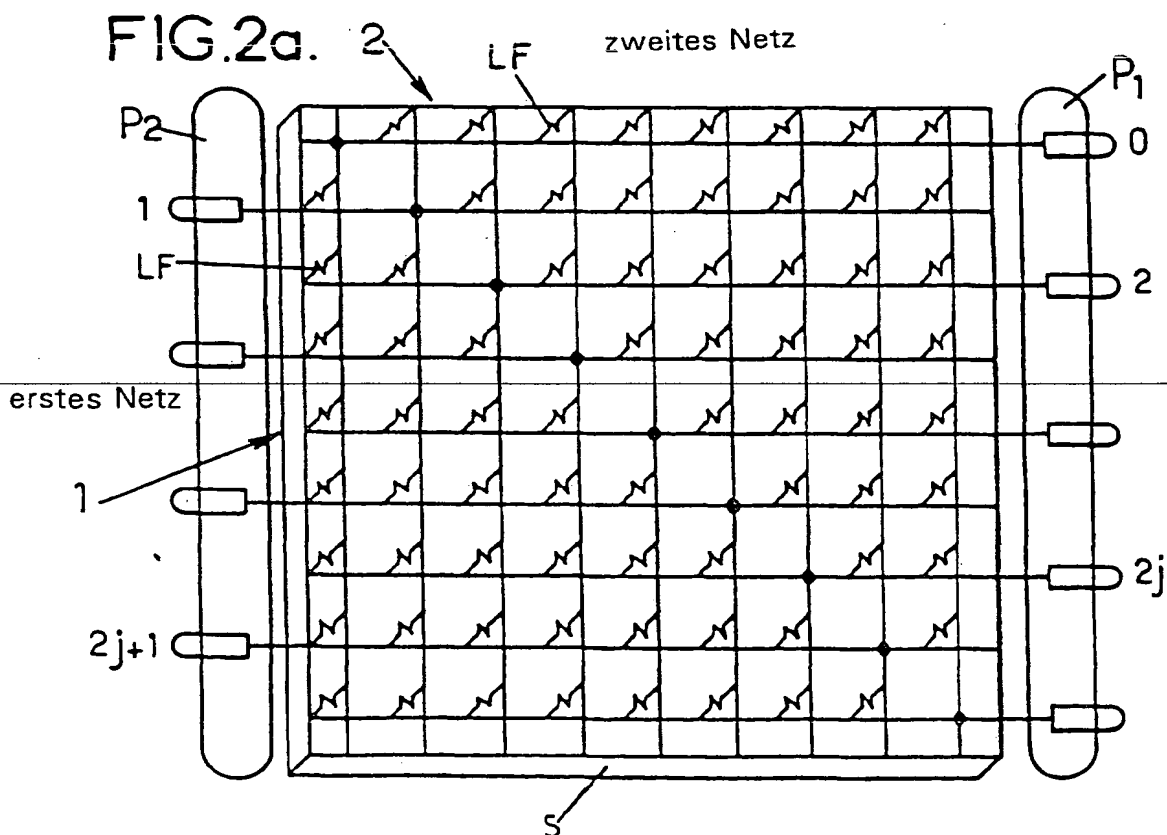
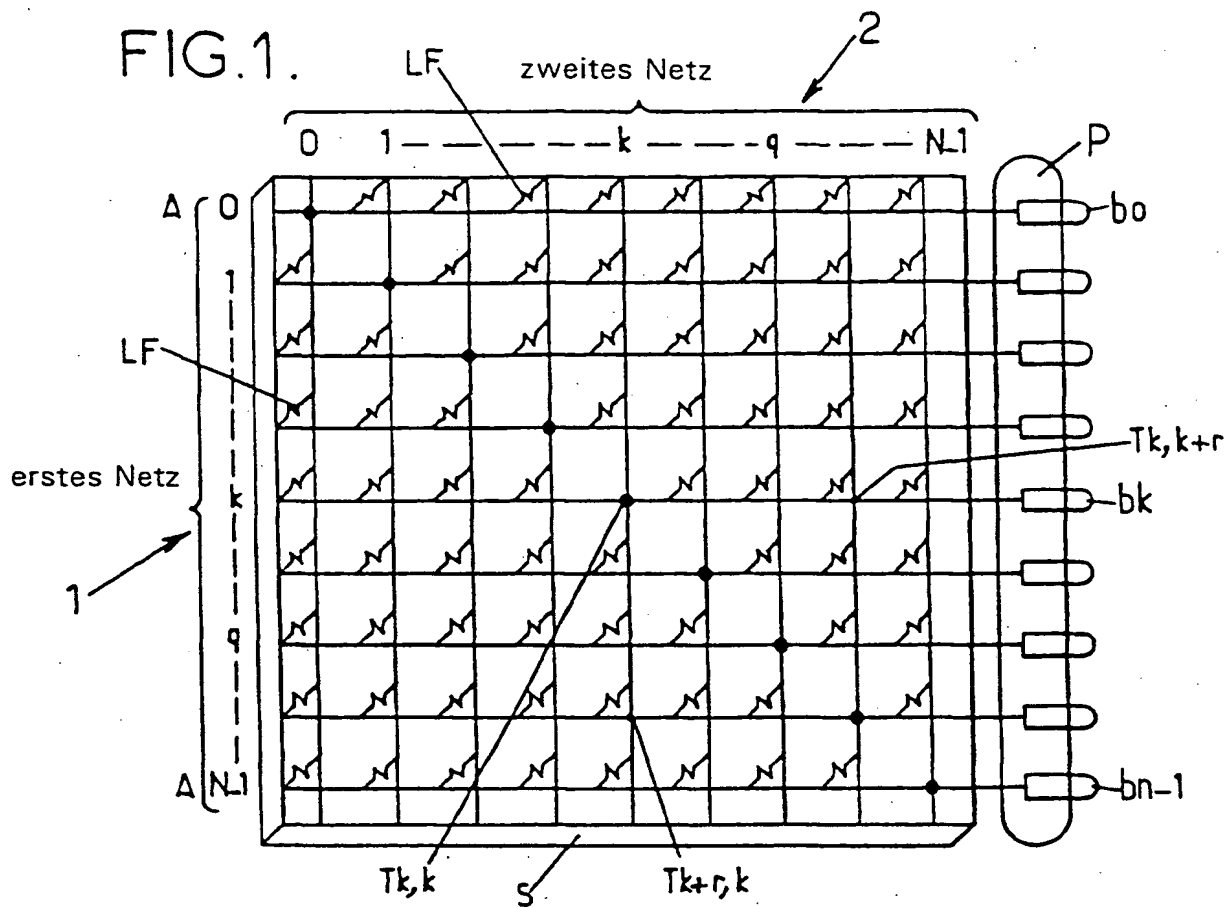


17. Einrichtung zur programmierten Konfigurierung einer Verbindungsmatrix nach einem der vorhergehenden Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, daß sie zumindest umfaßt:

- Generatormittel zum Erzeugen von mindestens zwei unterschiedlichen Programmierungspotentialen,
- Verbindungsmittel zum selektiven Miteinanderverbinden elektrischer Leitungen des ersten Netzes der Verbindungsmatrix entsprechend einer ersten und einer zweiten Anfangsmenge, wobei die erste und die zweite Anfangsmenge jeweils von elektrisch untereinander verbundenen elektrischen Leitungen gebildet sind, wobei die elektrischen Leitungen der ersten Anfangsmenge von den elektrischen Leitungen der zweiten Anfangsmenge elektrisch isoliert sind, und
- Mittel zum Anlegen der unterschiedlichen Programmierungspotentiale an die elektrischen Leitungen der ersten bzw. der zweiten Anfangsmenge.

18. Einrichtung nach Anspruch 17,

dadurch gekennzeichnet, daß bei einer Verbindungsmatrix, bei der die in den leitenden oder den nicht leitenden Zustand elektrisch einstellbaren Verbindungen von zwei in Kaskade angeordneten, an einem Anschluß in ihrem in der Mitte gelegenen Punkt verbundenen Schmelzelementen gebildet sind, die Mittel zum selektiven Miteinanderverbinden sowie die Mittel zum Anlegen der Programmierungspotentiale von einem Schieberegister mit  $N(N-1)/2$  programmierbaren Ausgängen gebildet sind, wobei jeder Ausgang mit dem Anschluß zum Anlegen eines Programmierungspotentials verbunden ist, wobei jeder Ausgang des Schieberegisters so programmiert ist, daß er das eine oder das andere der Programmierungspotentiale bereitstellt.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

---

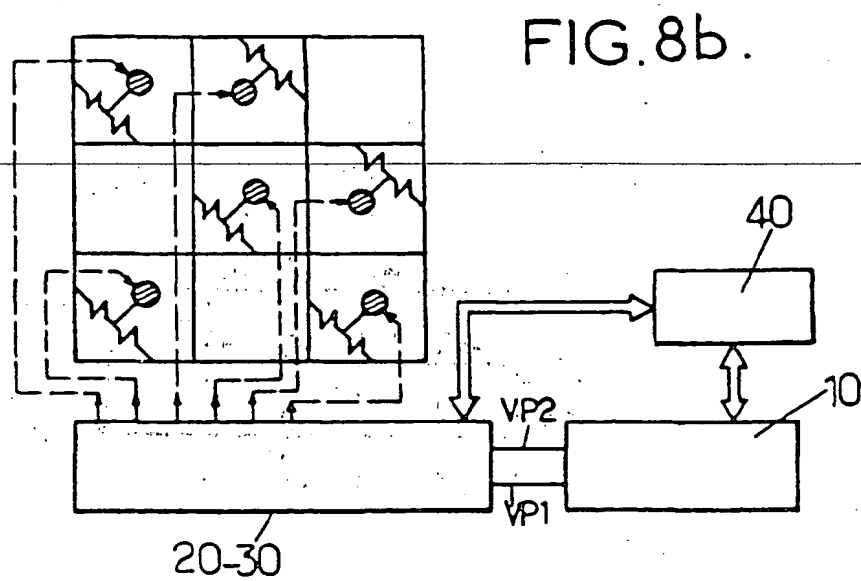


FIG. 7a.

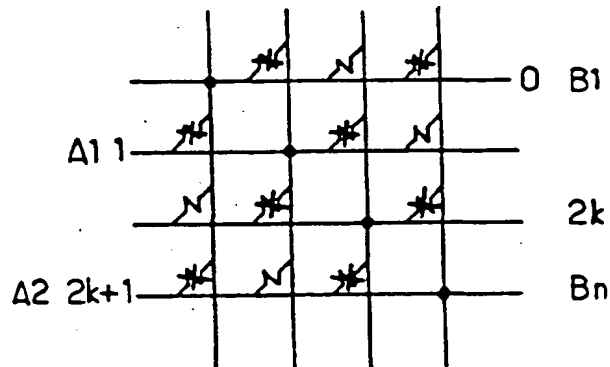
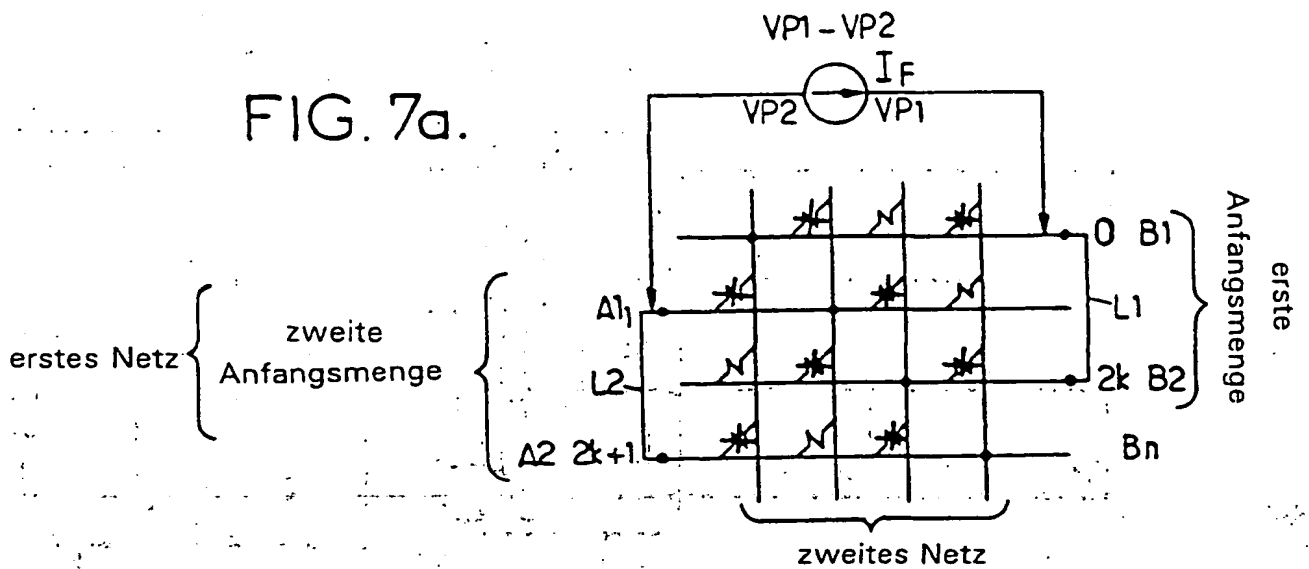
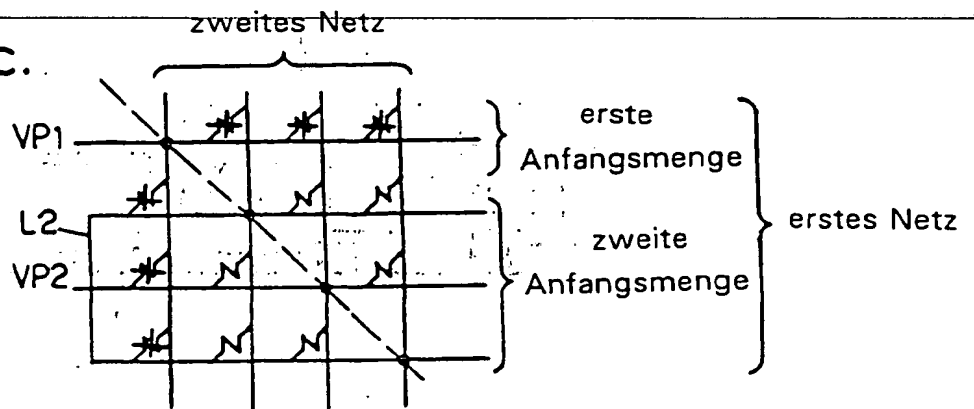


FIG. 7b.

FIG. 7c.



10/8/7/98

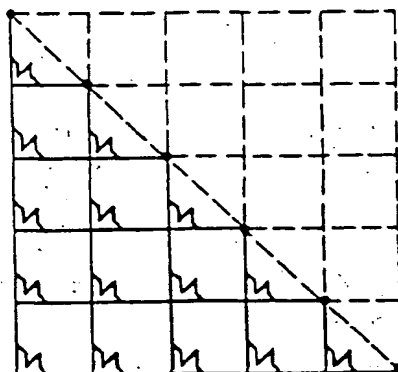


FIG.6a.

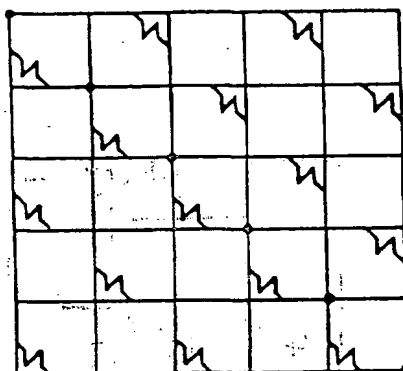


FIG.6b.

FIG.6c.

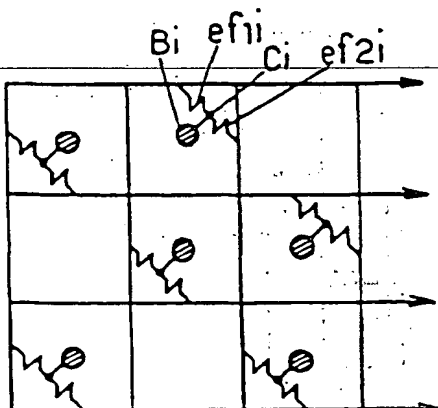
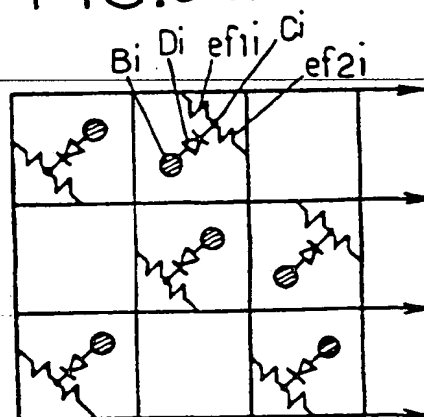


FIG.6d.



10.07.98  
5/8

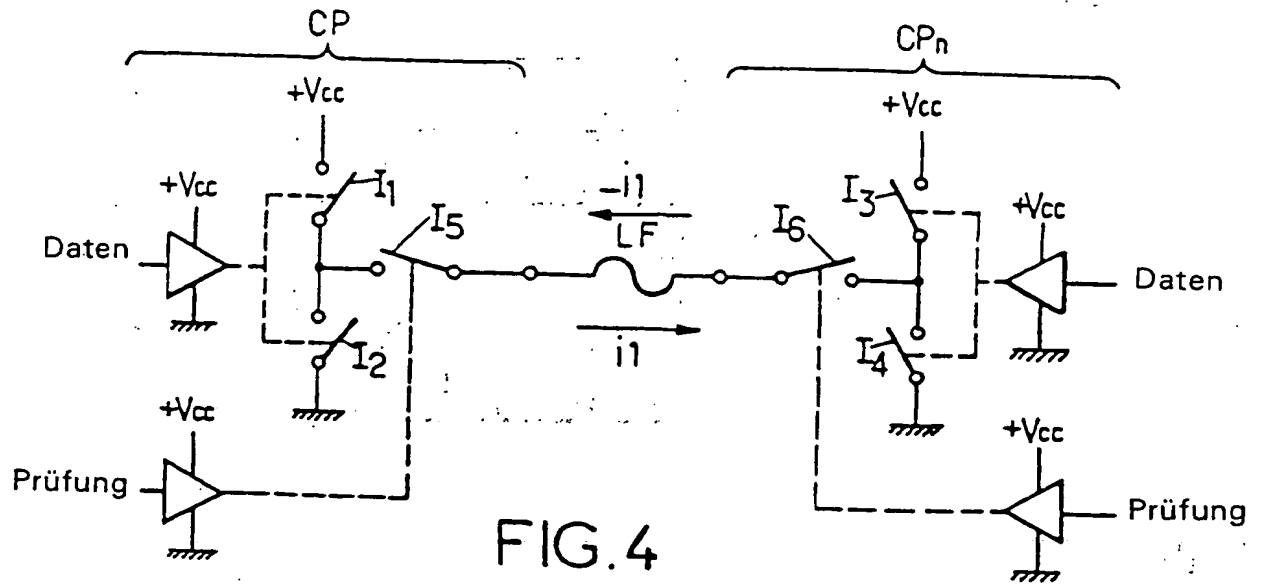


FIG.4

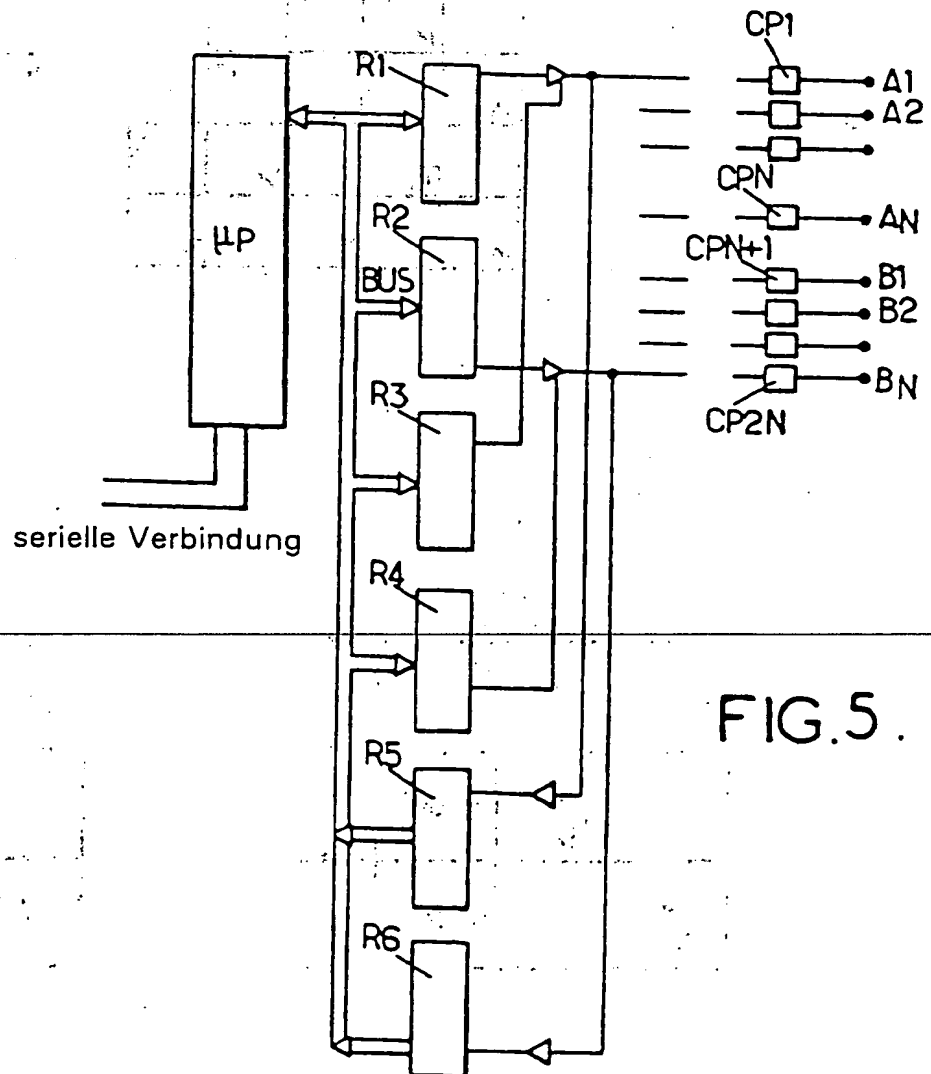


FIG.5.

FIG.3c.

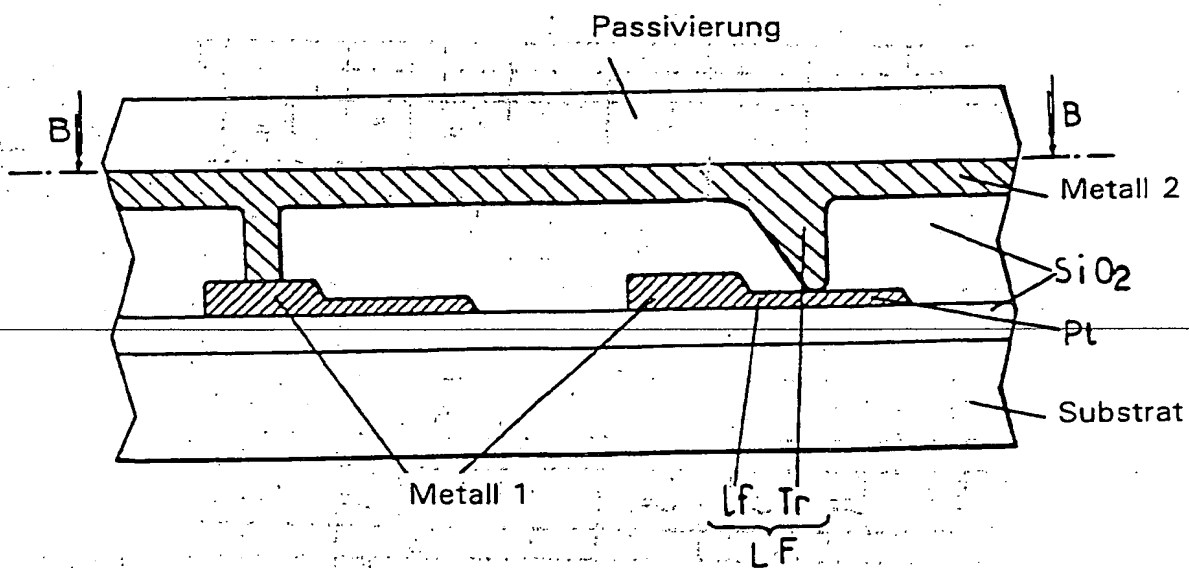
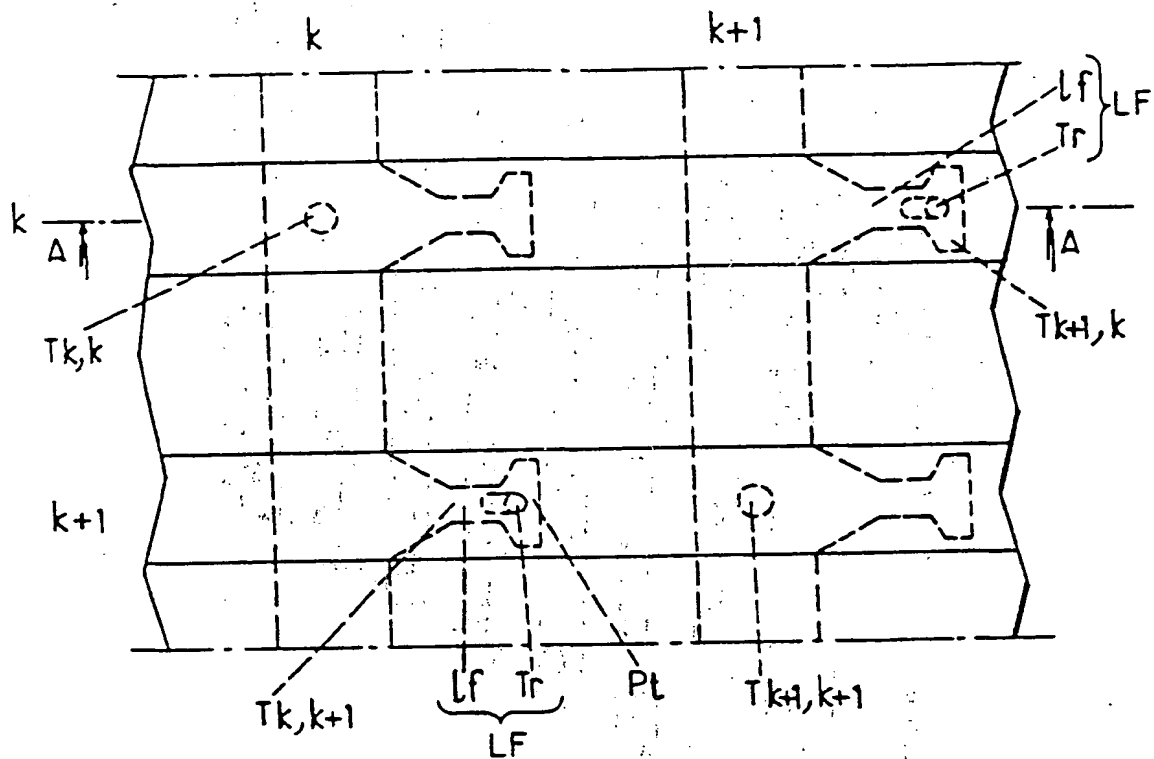


FIG.3d.



FIG.3a.

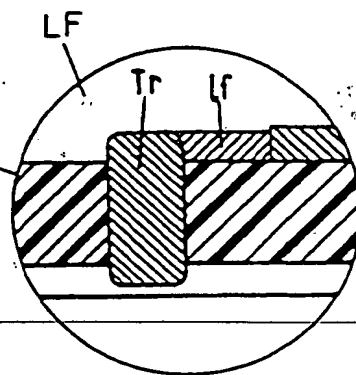
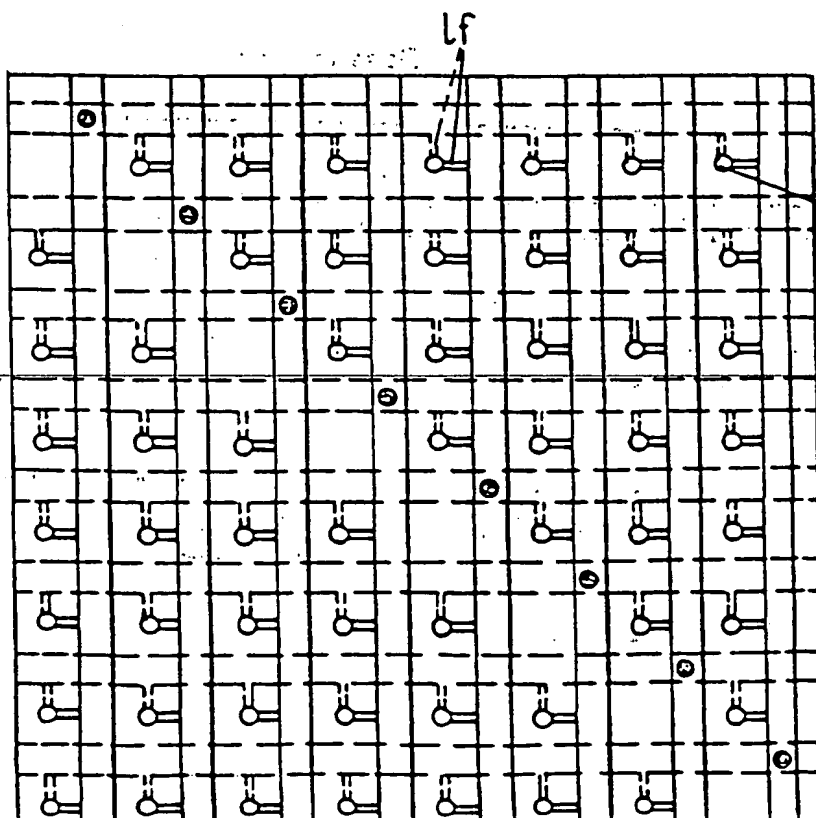
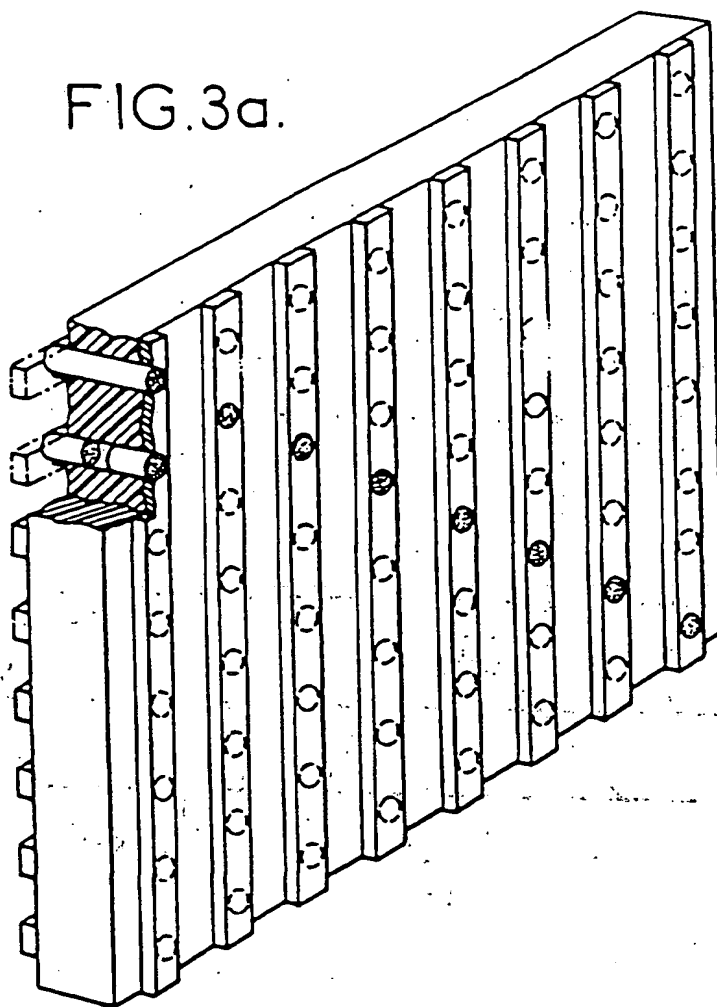


FIG.3b.

FIG.2b.

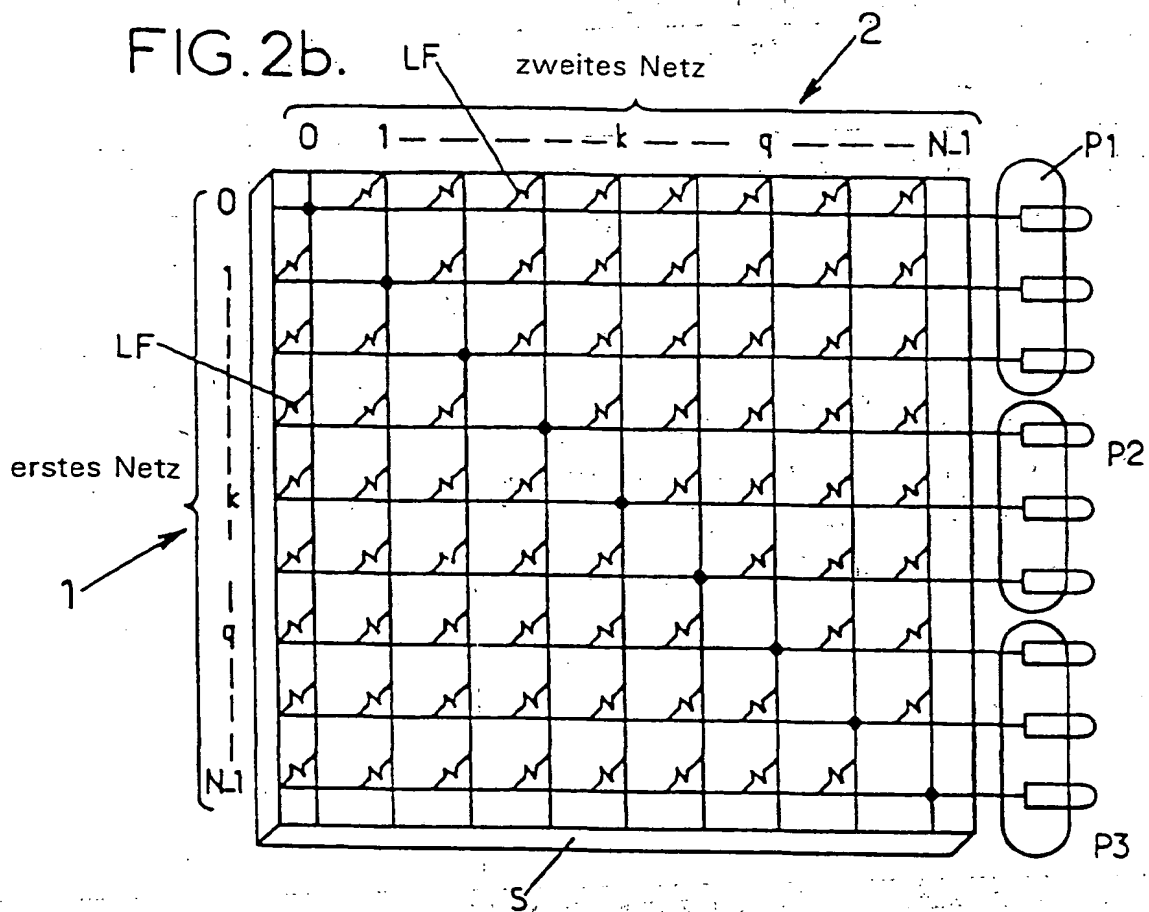
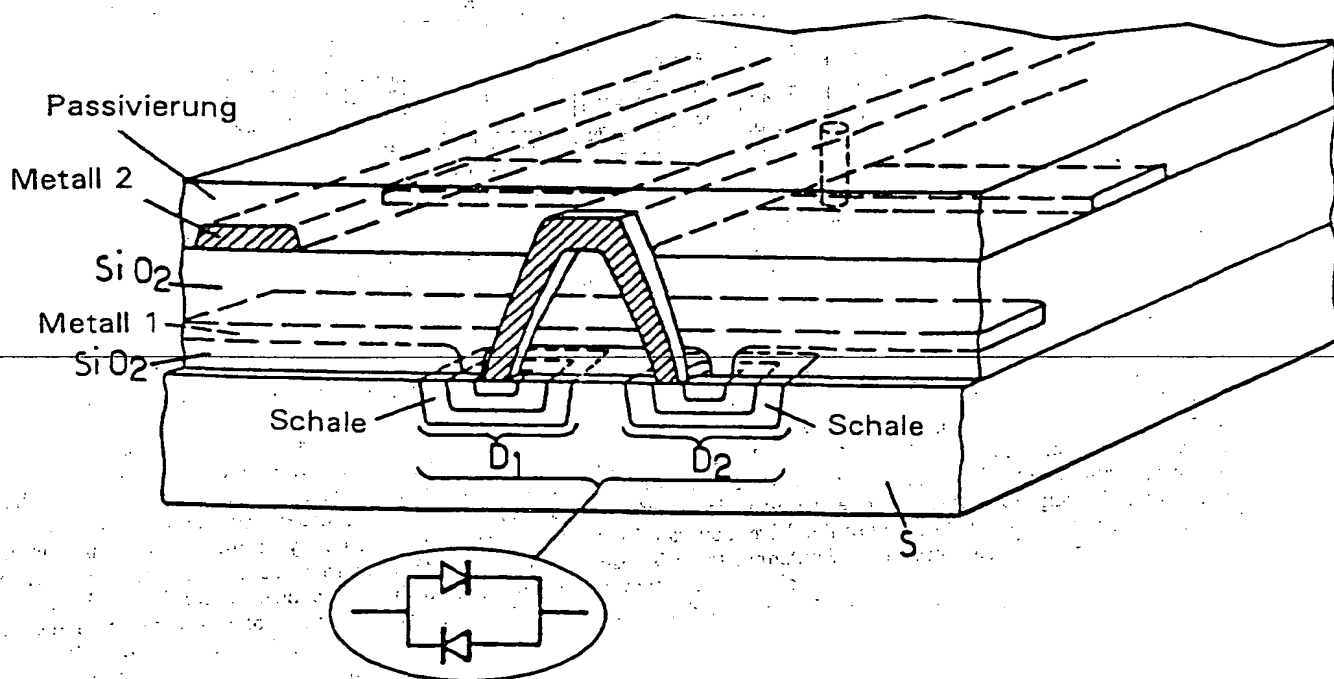


FIG.3e.



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**